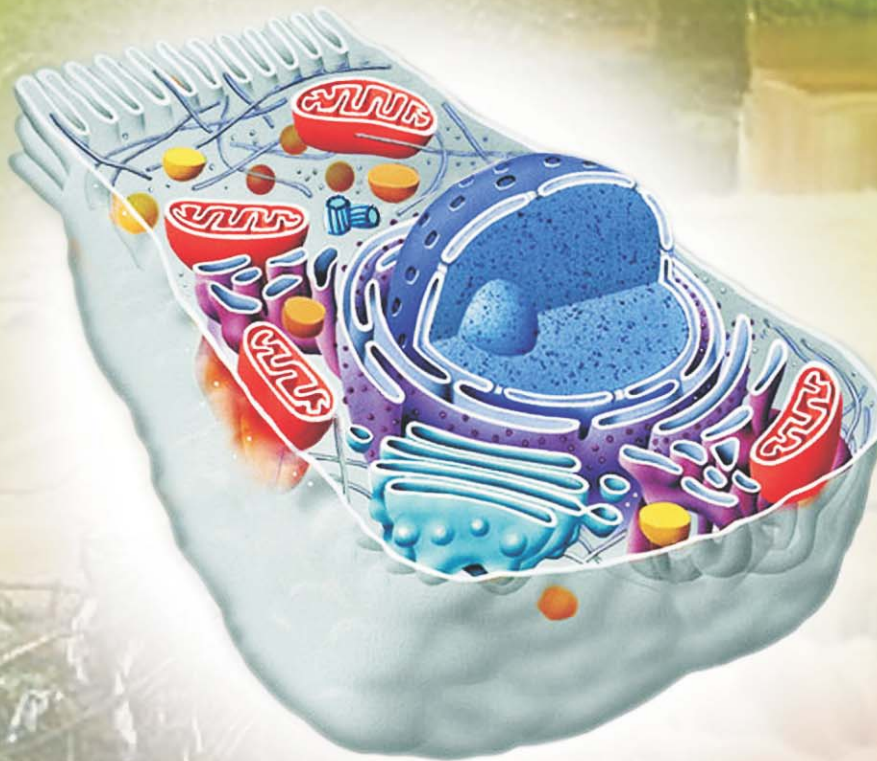


BIOLOGI

untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) - Madrasah Aliah (MA)

Kelas X

Moch Anshori
Djoko Martono



1



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

B I O L O G I

untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) - Madrasah Aliyah (MA)

Kelas X

Penulis:

Moch. Anshori
Djoko Martono

Editor:

Irwin Ardianto

1



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

**Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi oleh Undang-undang**

Ukuran Buku:

17,6 X 25 cm

Jenis Huruf:

Microsoft San Serif, Souvenir Lt BT

Penyusun:

Moch. Anshori

Djoko Martono

Editor/Penelaah:

Irwin Ardianto

Setting/Lay Out:

Deni Jaya Mahendra

Design Cover:

Iwa

Ilustrator:

Iwa

574.07

Moc
b

Moch Anshori

Biologi 1 : Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah
Aliyah (MA)

Kelas X / Penulis Moch Anshori, Djoko Martono ; Editor Irwin
Ardianto ; Ilustrator Iwa. — Jakarta : Pusat Perbukuan,
Departemen Pendidikan Nasional, 2009.

vi, 268 hlm. : illus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 262

Indeks

ISBN : 978-979-068-129-3 (no.jil.lengkap)

978-979-068-130-9

1. Biologi-Studi dan Pengajaran 2. Martono, Djoko
3. Ardianto, Irwin 4. Iwa 5. Judul

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit Acarya Media Utama

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan

Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2009

Diperbanyak oleh

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Februari 2009
Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Buku yang sekarang ada di tangan kalian adalah buku pelajaran **Biologi kelas X**. Buku ini dirancang berdasarkan model pembelajaran kontekstual. Melalui pendekatan kontekstual ini diharapkan kamu dapat memperoleh dan membangun pengetahuan dalam berbagai konteks nyata. Dengan demikian, pembelajaran biologi ini diharapkan mampu mengembangkan kemampuan pemahaman terhadap fenomena yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Materi pelajaran di dalamnya mencakup konsep-konsep dasar, pendekatan, metode, dan teknik analisis dalam pengkajian berbagai fenomena dan permasalahan yang ditemui dalam kehidupan nyata di lingkungan.

Setelah menempuh pembelajaran biologi dalam buku teks pelajaran ini, diharapkan kamu memiliki kemampuan untuk memahami fenomena alam dan permasalahan yang ada di dalamnya. Hal tersebut akan menambah rasa cinta terhadap alam serta memupuk sikap arif dan bijaksana dalam memanfaatkan sumber daya alam.

Agar kalian dapat mencapai kompetensi dengan optimal, diperlukan kecermatan dan ketelitian dalam mempelajari bahan ajar dalam buku pelajaran ini. Oleh karena itu, kamu harus memanfaatkan buku teks pelajaran ini dengan sebaik-baiknya. Perhatikan peta konsep dan kata kunci yang menyertai setiap bab! Kerjakan tugas-tugas dan latihan-latihan yang ada dalam setiap bab! Selamat belajar!

Bandung, Desember 2006

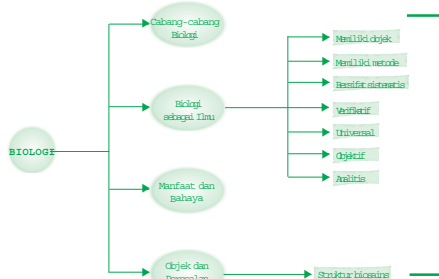
Penulis

Pedoman Penggunaan Buku

Membantu kalian untuk memahami isi materi pada bab yang akan dipelajari.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, terdapat pada kata-kata berikut.

- Biologi, sistematis, universal, objektif, metode, analitis, verifikasi, hirarki struktur biosains.

Kata-kata penting yang membantu kalian agar fokus terhadap materi.

Pada akhir semester kalian akan dilatih untuk mengetahui ulangan akhir semester yang disajikan dalam bentuk pilihan ganda, dan isian.

Pelatihan Semester 1

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Aksiologi biologi adalah
 - a. metode ilmiah
 - b. organisme
 - c. makhluk hidup dan yang erat kaitannya dengan makhluk hidup
 - d. sebagai applied science
 - e. sebagai basic science

Bab 1

Mengenal Biologi Sebagai Ilmu



Setelah ini mempelajari bab ini diharapkan kalian dapat berpikir kritis untuk menganalisis.

Bagan yang membantu siswa untuk memahami materi bab ini.

Tujuan untuk membantu kalian mengetahui hasil yang diharapkan setelah mempelajari bab ini.

Advance organizer ini akan menjadi pembangkit motivasi belajar kalian sebelum memulai materi.

Manusia dengan akalnyalah telah menunjukkan kelebihan dibandingkan dengan makhluk lainnya, yaitu ia mampu belajar dan mengembangkan berbagai ilmu pengetahuan. Sebagai seorang calon ilmuwan tentu kamu dapat membayangkan bagaimana kondisi orangtuamu ketika masih kecil. Bukan dari fisik mereka, tetapi ilmu dan teknologi yang pernah digunakan di masa mereka. Apalagi jika membayangkan kondisi bagaimana kehidupan manusia purba! Ini membuktikan bahwa manusia dengan akalnyalah telah berhasil mengangkat peradabannya dari zaman ke zaman berkat pengetahuan yang ditemukan dan dikembangkan itu.

Berbagai disiplin ilmu pengetahuan telah berkembang dan memberikan sumbangsan terhadap peningkatan kualitas hidup bagi manusia. Demikian juga dengan biologi, sebagai salah satu cabang pengetahuan alam yang mengkaji tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan makhluk hidup dan kehidupannya. Melalui biologi, manusia belajar memahami dan mengenal dirinya, agar menyadari diciptakan sebagai makhluk Tuhan yang paling sempurna. Dalam bab ini kamu akan mengetahui lebih jauh, apa saja objek yang dikaji dalam biologi? Bagaimana biologi dikembangkan? Apa manfaat dan bahayanya?

A. Biologi sebagai Ilmu

Ilmu pengetahuan lahir dari suatu rangkaian aktivitas akal manusia yang disusun secara sistematis. Semua yang dinamakan ilmu pengetahuan selalu memiliki syarat-syarat atau ciri-ciri tertentu. Sifat dan ciri ilmu tersebut adalah **memiliki objek, menggunakan metode, sistematis, universal, objektif, analitis, dan verifikasi**.

Berikut ini identifikasi dari sifat dan ciri dari ilmu pengetahuan atau ilmu yang dihasilkan oleh manusia.

1. Memiliki objek

Setiap ilmu umumnya membatasi diri pada segi kajian tertentu. Misalnya matematika mengkaji pada objek angka-angka, fisika pada objek benda-benda fisik, kimia berupa zat-zat penyusun dan reaksi yang terjadi, dan biologi memfokuskan pada objek makhluk hidup yang ada maupun yang pernah ada di dunia ini.

Mengapa setiap ilmu membatasi diri pada objek kajian tertentu? Coba diskusikan bersama kelompokmu!

Info Biologi

Keberanian ilmu merupakan kebenaran ilmiah yang berlaku samal ada bukti baru yang menentang atau menggugurnya.

Ulasan singkat tentang materi dalam bidang biologi dan yang terkait di dalamnya untuk menambah wawasan kalian.

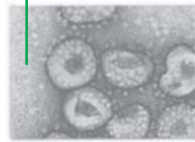
Ulasan singkat tentang materi pada halaman atau bab sebelumnya, berkaitan dengan materi yang sedang dibahas.

Perbedaan kondisi komponen abiotik (tidak hidup) pada suatu daerah menyebabkan jenis makhluk hidup (biotik) yang dapat beradaptasi dengan lingkungan tersebut berbeda-beda. Akibatnya, permukaan bumi dengan variasi kondisi komponen abiotik yang tinggi akan menghasilkan keanekaragaman ekosistem. Ada ekosistem hutan hujan tropis, hutan gugur, padang rumput, padang rumput, gurun pasir, sawah, ladang, air tawar, air payau, laut, dan lain-lain. Komponen biotik dan abiotik di berbagai daerah bervariasi baik mengenai kualitas komponen tersebut maupun kuantitasnya. Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya keanekaragaman ekosistem di muka bumi ini. Antar komponen ekosistem hidup berdampingan tanpa saling mengganggu, dan apabila terjadi kepunahan atau gangguan terhadap salah satu anggotanya maka akan mengganggu kelangsungan hidup organisme lainnya. Suatu perubahan yang terjadi pada komponen-komponen ekosistem ini akan berpengaruh terhadap keseimbangan (homeostatis) ekosistem tersebut.

Ingatlah

Keanekaragaman hayati melingkupi berbagai perbedaan atau variasi bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat-sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan, baik tingkatan gen, tingkatan spesies maupun tingkatan ekosistem.

Gambar yang disajikan penuh warna dengan sumber dan nama gambar yang jelas membantu siswa untuk memahami materi.



Sumber: blackcircle.com

■ Gambar 1.4
Virus Sars

Selain manfaat, kemajuan ilmu pengetahuan terkadang mengandung sisi negatif yang tidak diharapkan. Perkembangan biologi dalam teknik rekayasa genetika tidak diragukan lagi dapat menghasilkan bibit-bibit unggul yang bermanfaat bagi pemenuhan kebutuhan manusia. Jika teknik ini disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab, mungkin dapat menghasilkan bibit-bibit yang malah membahayakan bagi kehidupan. Bila ini terjadi, kesejahteraan hidup yang seharusnya disumbangkan ilmu pengetahuan tidak tercapai, tetapi justru menyengsarakan kehidupan.

Untuk menghindari penyelewengan dan penyalahgunaan teknologi, khususnya dibidang biologi, baru-baru ini dikembangkan aturan-aturan baku atau etika yang harus diperhatikan oleh para ahli yang tertarik pada objek kajian biologi yang disebut **bioetika**. Dalam bioetika memuat norma-norma atau kesepakatan tentang apa saja yang boleh dan tidak boleh dilakukan oleh seseorang yang berkaitan dengan penelitian di bidang biologi.

Aktivitas Sains

Tugas diskusi

Tujuan: menganalisis manfaat perkembangan biologi bagi kehidupan manusia
Buatlah kelompok maksimal 5 orang.

1. Carilah 5 artikel dari berbagai sumber tentang permasalahan yang berkaitan dengan biologi!
2. Diskusikan dengan anggota kelompokmu, kemudian tentukan:
 - a. Tentukan tindakan apakah untuk dapat mengenali permasalahan itu?
 - b. Tindakan apa yang perlu dilakukan bila menjumpai hal itu?
 - c. Identifikasikan manfaat mempelajari biologi pada masalah bagi hidup kita!
3. Presentasikan hasil diskusi kelompokmu di depan kelas!

Inti sari dari materi yang disajikan dalam bentuk rincian uraian dari materi yang dibahas.

Rangkuman

1. Suatu rangkaian aktivitas akal manusia yang disusun secara sistematis akan melahirkan ilmu pengetahuan.
2. Sifat dan ciri ilmu pengetahuan adalah memiliki objek, menggunakan metode, sistematis, universal, objektif, analitis, dan verifikasi.
3. Hal yang mendorong manusia tertarik mempelajari objek biologi adalah permasalahan yang melingkupi kehidupan manusia semakin kompleks.
4. Beberapa cabang biologi yang tengah berkembang antara lain zoologi, botani, mikrobiologi, histologi, dan sitologi.
5. Perkembangan suatu ilmu diharap memberikan kontribusi kepada kesejahteraan semua kehidupan di biosfer.
6. Kemajuan ilmu pengetahuan terkadang mengandung sisi negatif yang tidak diharapkan. Contohnya, senjata biologis.
7. Bioetika merupakan aturan-aturan baku atau etika untuk menghindari penyelewengan teknologi khususnya di bidang biologi.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Perbedaan antara ilmu pengetahuan dan pengetahuan biologi terletak pada
 - a. ilmu mempunyai objek dan metode, pengetahuan tidak
 - b. pengetahuan diperoleh melalui penelitian terencana, ilmu tidak
 - c. pengetahuan bersumber pada ilmu, sedang ilmu bersumber pada masalah
 - d. pengetahuan diperoleh tanpa sengaja dari objek, ilmu diperoleh dari objek tertentu dengan metode khusus
 - e. pengetahuan mempunyai objek tanpa metode, ilmu mempunyai objek sekaligus menggunakan metode tertentu
2. Pengertian biologi yang paling tepat dijabarkan sebagai ilmu
 - a. yang mempelajari arti dari keseimbangan alam
 - b. yang mempelajari makhluk hidup yang ada dan yang pernah ada
 - c. yang mempelajari hubungan antara produsen dan konsumen
 - d. yang mempelajari semua makhluk hidup yang sekarang ada
 - e. yang mempelajari keberadaan jaring-jaring kehidupan di bumi

Setiap akhir bab disajikan latihan untuk menguji sejauh mana pemahaman kalian tentang materi. Tipe latihannya adalah pilihan ganda, pernyataan benar atau salah, menjodohkan, isian dan pernyataan sikap.

Tugas bertujuan untuk melatih siswa berpikir kritis, mengemukakan pendapat secara bebas dan bertanggung jawab serta melatih kemampuan analitis siswa terhadap hal-hal yang berkaitan dengan biologi.

Sebuah kamus kecil yang akan membantu kalian memahami kata dan istilah penting di dalam buku ini.

Glosarium

A

Absorpsi	: penyerapan
Agutinin	: antibodi plasma yang menggumpalkan aglutinogen (antigen).
Agranulosit	: leukosit yang plasmanya tidak bergranuler.
Akson	: serabut saraf yang berfungsi untuk meneruskan rangsang ke saraf berikutnya, umumnya tunggal.
Amfiksisi	: cara perkembangbiakan tanaman dengan melalui peleburan dua gamet.
Amilase	: enzim pemecah amilum
Amnion	: lapisan pembungkus janin yang mengekskresikan cairan amnion.
Amoeboid	: Menyatakan sel-sel yang menyerupai sel-sel genus Amoeba.
Anemia	: keadaan kekurangan eritrosit.

Daftar kata atau istilah penting yang akan membantu kalian mencari informasi mengenai halaman tempat kata atau istilah itu ditemukan.

Indeks

A

Abiotik 9, 206, 207, 208, 216, 221, 236, 237, 238, 247
Aedes aegypti 68
Amoeba 108, 110, 111
Anatomi 5, 32, 33, 43, 44, 197
Angiospermae 43, 44, 166, 168
Animalia 179, 180, 181, 182

C

Cendrawasi 21
CFC 242, 243
Charles Darwin 34
Chlorophyta 38, 118, 119, 124, 171
Chrysophyta 119, 122, 124
Ciliata 109, 112
Cnidaria 183, 184, 185

Daftar Isi

Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
Bab 1 Mengetahui Biologi Sebagai Ilmu	1
A. Biologi sebagai Ilmu	3
B. Objek dan Persoalan Biologi	5
C. Cabang-Cabang Biologi	6
D. Manfaat Mempelajari Biologi dan Bahayanya	7
Bab 2 Keanekaragaman Hayati	13
A. Tingkat Keanekaragaman Hayati	16
B. Keanekaragaman Hayati Indonesia	20
C. Nilai-Nilai Keanekaragaman Hayati Khusus Indonesia	26
D. Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Biodiversitas	28
E. Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia	29
F. Kebun Tanaman Obat Keluarga	30
G. Klasifikasi Makhluk Hidup	31
Bab 3 Virus	55
A. Ciri-ciri Virus	58
B. Struktur Virus	59
C. Perkembangbiakan Virus	60
D. Bahaya Virus bagi Kehidupan	62
E. Manfaat Virus bagi Kehidupan	63
F. Penyakit yang disebabkan Virus	64

Bab 4	Monera	75
	A. Perbedaan Prokariota dan Eukariota	77
	B. Struktur, Fungsi dan Cara Reproduksi Monera (Prokariota)	78
	C. Monera dan Pengaruhnya bagi Kehidupan	88
Bab 5	Mengenal Protista	105
	A. Ciri-Ciri Protista	107
	B. Protista yang Menyerupai Hewan (Protozoa)	108
	C. Protista Menyerupai Jamur	116
	D. Protista Menyerupai Tumbuhan	117
Bab 6	Mengenal Jamur (Fungi)	131
	A. Ciri-Ciri Jamur	133
	B. Klasifikasi Jamur	134
	Pelatihan Semester 1	151
Bab 7	Mengenal Dunia Tumbuhan (Plantae)	155
	A. Ciri Umum Plantae	157
	B. Lumut	158
	C. Tumbuhan Paku (Pakis)	162
	D. Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)	166
Bab 8	Mengenal Dunia Hewan (Animalia)	177
	A. Ciri Umum Animalia (Dunia Hewan)	179
	B. Keanekaragaman Animalia	180
Bab 9	Mengenal Ekosistem	203
	A. Komponen Penyusun Ekosistem	205
	B. Organisasi Kehidupan dan Pola Interaksi	208
	C. Tipe-tipe Ekosistem	221
Bab 10	Perubahan Ekosistem	233
	A. Perubahan Keseimbangan Lingkungan	235

B. Faktor-Faktor Penyebab Gangguan Keseimbangan Lingkungan	237
C. Pencemaran Lingkungan	239
D. Daur Ulang Limbah	244
E. Etika Lingkungan	246
F. Hidup Selaras dengan Lingkungan	247
Pelatihan Semester 2	257
Glosarium	261
Daftar Pustaka	264
Indeks	266

Mengenai Biologi Sebagai Ilmu

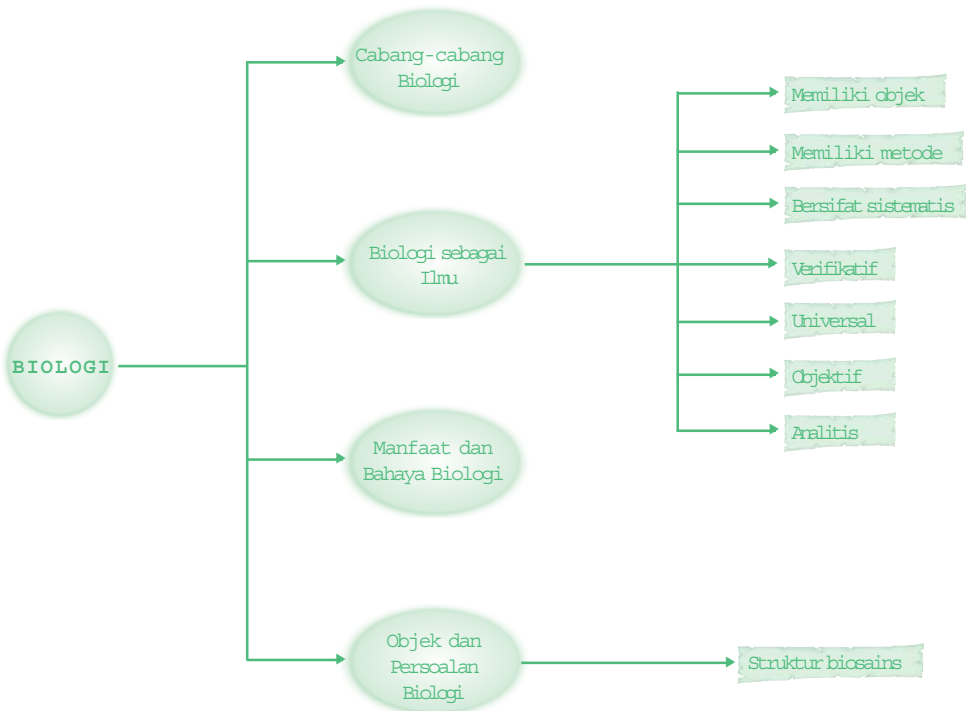
Pepatah bijak mengatakan, "Jika kalian (manusia) mampu menembus penjuru langit dan bumi maka tembuslah, kalian (manusia) takkan bisa menembusnya kecuali dengan ilmu".



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat menggunakan kemampuan berpikir kalian untuk menganalisis, mengidentifikasi dan mengamalkan cabang-cabang ilmu biologi yang bermanfaat bagi kesejahteraan manusia dan lingkungan.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- biologi, sistematis, universal, objektif, metode, analitis, verifikatif, hirarki struktur biosains

Manusia dengan akalny telah menunjukkan kelebihannya dibandingkan dengan makhluk lainnya, yaitu ia mampu belajar dan mengembangkan berbagai ilmu pengetahuan. Sebagai seorang calon ilmuwan tentu kamu dapat membayangkan bagaimana kondisi orangtuamu ketika masih kecil. Bukan dari fisik mereka, tetapi ilmu dan teknologi yang pernah digunakan di masa mereka. Apalagi jika membayangkan kondisi bagaimana kehidupan manusia purba! Ini membuktikan bahwa manusia dengan akalny telah berhasil mengangkat peradabannya dari zaman ke zaman berkat pengetahuan yang ditemukan dan dikembangkan itu.

Berbagai disiplin ilmu pengetahuan telah berkembang dan memberikan sumbangan terhadap peningkatan kualitas hidup bagi manusia. Demikian juga dengan biologi, sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mengkaji tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan makhluk hidup dan kehidupannya. Melalui biologi, manusia belajar memahami dan mengenali dirinya, agar menyadari diciptakan sebagai makhluk Tuhan yang paling sempurna. Dalam bab ini kamu akan mengetahui lebih jauh, apa sajakah objek yang dikaji dalam biologi? Bagaimana biologi dikembangkan? Apa manfaat dan bahayanya?

A. Biologi sebagai Ilmu

Ilmu pengetahuan lahir dari suatu rangkaian aktivitas akal manusia yang disusun secara sistematis. Semua yang dinamakan ilmu pengetahuan selalu memiliki syarat-syarat atau ciri-ciri tertentu. Sifat dan ciri ilmu tersebut adalah **memiliki objek, menggunakan metode, sistematis, universal, objektif, analitis, dan verifikatif**.

Berikut ini identifikasi dari sifat dan ciri dari ilmu pengetahuan atau ilmu yang dihasilkan oleh manusia.

1. Memiliki objek

Setiap ilmu umumnya membatasi diri pada segi kajian tertentu. Misalnya matematika mengkaji pada objek angka-angka, fisika pada objek benda-benda fisik, kimia berupa zat-zat penyusun dan reaksi yang terjadi, dan biologi memfokuskan pada objek makhluk hidup yang ada maupun yang pernah ada di dunia ini.

Mengapa setiap ilmu membatasi diri pada objek kajian tertentu? Coba diskusikan bersama kelompokmu!

Info Biologi

Kebenaran ilmu merupakan kebenaran ilmiah, yang berlaku sampai ada bukti baru yang menentang atau menggugurkannya.

Info Biologi

Dahulu pernah ada kepercayaan bahwa benda hidup berasal dari benda mati. Ilmuwan dahulu mengajarkan bahwa belatung dari daging busuk. Namun, ilmu pengetahuan berkembang, sekarang kita tahu bahwa belatung berasal dari telur hewan betina.

2. Memiliki metode

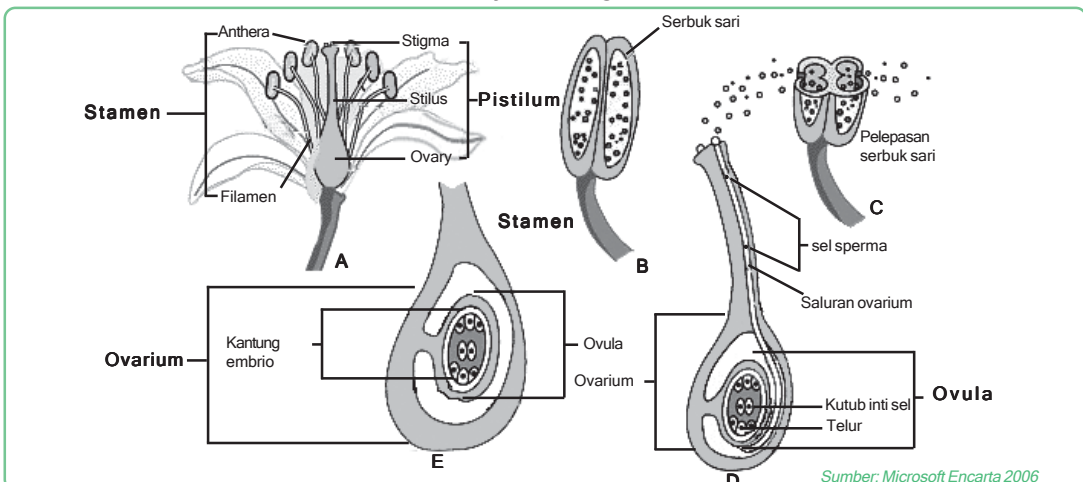
Berkembangnya ilmu pengetahuan tidak dapat terjadi secara kebetulan ataupun asal-asalan, melainkan mengikuti metode tertentu. Dalam mempelajari obyek kajian biologi digunakan metode ilmiah untuk menemukan kebenaran. Metode ini telah dibakukan agar dapat digunakan dan dilakukan oleh siapa saja. Ilmu yang dikembangkan dengan menggunakan metode ini kebenarannya diakui secara ilmiah.

3. Bersifat sistematis

Agar mudah dikaji, ilmu pengetahuan harus tersusun mulai yang sederhana menuju yang lebih kompleks. Konsep yang mendasari harus mengandung hubungan sedemikian rupa yang saling mendukung dan bukan saling bertentangan. Contohnya, dalam biologi disajikan konsep sel, jaringan organ, sistem organ dan individu yang menunjukkan adanya hierarki hubungan yang saling memperkuat objek kajian. Inilah yang dinamakan tersusun secara sistematis.

4. Universal

Kebeneran yang disajikan dalam ilmu pengetahuan harus berlaku secara umum. Dalam biologi, hukum-hukum atau kaidah ilmu yang ada juga berlaku secara umum. Misalnya, kaidah tentang **reproduksi generatif** merupakan cara reproduksi organisme yang harus didahului dengan peleburan dua sel (gamet jantan dan betina). Ini berlaku pada semua jenis organisme.



Gambar 1.1
Reproduksi generatif pada satu organisme tertentu (misal: fertilisasi)

5. Objektif

Pernyataan dalam suatu ilmu pengetahuan harus bersifat jujur, yaitu menggambarkan kondisi apa adanya, mengandung data atau informasi yang sebenarnya, bebas dari prasangka, kesenjangan, atau kepentingan pribadi. Bila ilmu tidak bersifat objektif maka akan sulit berkembang, apalagi untuk dimanfaatkan bagi kesejahteraan umat manusia.

6. Analitis

Kajian dari sebuah ilmu akan menuju hal-hal yang lebih khusus seperti bagian, sifat, peranan dan berbagai hubungan. Untuk memahami hal yang bersifat khusus perlu pengkajian secara khusus pula, sehingga terdapat antar hubungan bagian yang dikaji sebagai hasil analisa. Oleh karena itu, sebuah ilmu akan terbagi menjadi berbagai cabang ilmu dengan kajian yang lebih khusus. Contohnya biologi mempunyai cabang zoologi, botani, fisiologi, anatomi, genetika, dan embriologi.

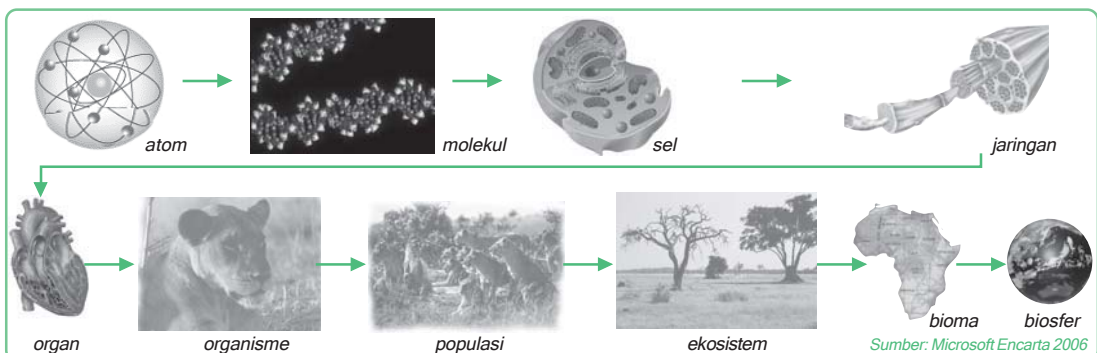
7. Verifikatif

Kebenaran dalam sebuah ilmu bukanlah bersifat mutlak tetapi bersifat terbuka atau verifikatif yang juga dikenal dengan **kebenaran ilmiah**. Artinya, sesuatu yang semula dianggap benar suatu saat mungkin menjadi salah bila ditemukan bukti-bukti baru yang menentang kebenaran sebelumnya. Masih ingat dengan teori *Generatio Spontanea* yang menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari benda mati? Louis Pasteur berhasil menemukan bukti baru melalui percobaannya, sehingga tumbanglah teori tersebut dan berlakulah teori *Biogenesis* sampai saat ini.

Info Biologi

Manusia dengan akalny mampu belajar dan mengembangkan berbagai ilmu pengetahuan sehingga dapat memberikan sumbangan terhadap peningkatan kualitas hidupnya.

B. Objek dan Persoalan Biologi

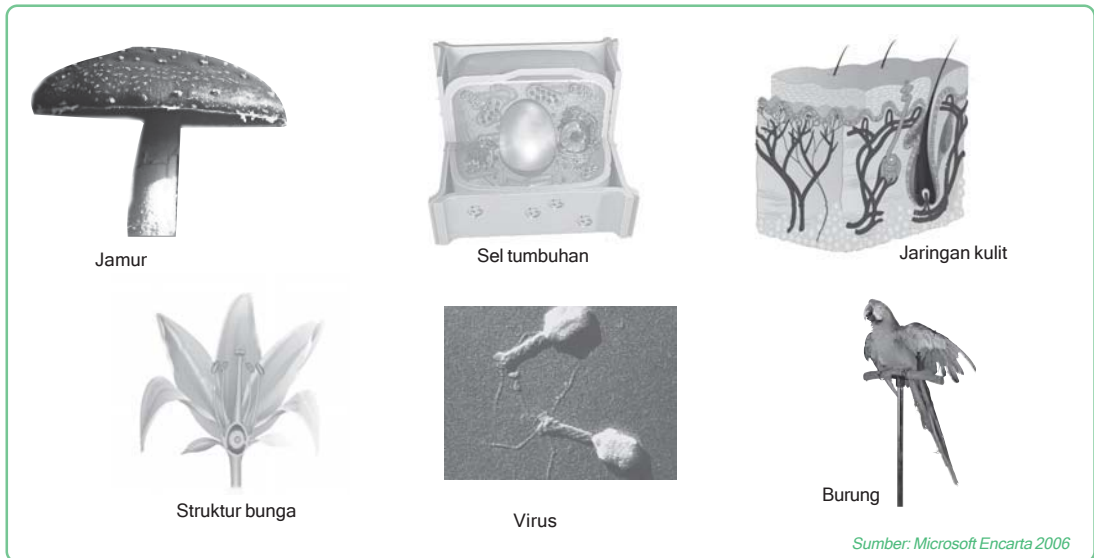


Gambar 1.2

Hirarki struktural biosains (mulai dari atom, molekul, sel, jaringan, organ, organisme, populasi, ekosistem, bioma, dan biosfer)

Sejak abad 19 permasalahan yang melingkupi kehidupan manusia semakin kompleks. Hal ini mendorong banyak manusia tertarik mempelajari objek biologi. Namun objek biologi tidak hanya berkisar pada manusia saja, melainkan mencakup tentang segala segi kehidupan makhluk hidup. Apa sajakah yang menjadi objek biologi? Bagaimanakah cara mengkaji objek tersebut? Pertanyaan-pertanyaan ini sangat penting sebagai jembatan untuk memahami kehidupan sebagai karunia Tuhan Yang Maha Kuasa.

Berikut ini gambaran mengenai ruang lingkup yang dikaji dalam biologi.



■ **Gambar 1.3**
Ruang lingkup yang dikaji dalam biologi

C. Cabang-Cabang Biologi

Ruang lingkup biologi yang makin meluas, menuntut para ahli biologi untuk membuat pengkhususan kajian sesuai pada objeknya yang lebih mendalam sehingga memberikan manfaat yang semakin besar bagi kehidupan pada umumnya. Pengkhususan kajian yang mendalam ini menghasilkan berbagai cabang ilmu biologi yang semakin hari semakin banyak. Ibarat pohon, biologi merupakan pohon ilmu yang sangat besar memiliki cabang-cabang ilmu dan tiap cabang menghasilkan anak cabang ilmu baru yang berkembang semakin pesat. Beberapa cabang biologi yang tengah berkembang itu antara lain, seperti pada tabel berikut ini.

No	Cabang Biologi	Objek yang dikaji
1	Zoologi	Mempelajari tentang seluk beluk kehidupan hewan.
2	Botani	Mempelajari tentang berbagai ciri dan kehidupan tumbuhan.
3	Mikrobiologi	Mengkaji berbagai sifat, ciri, dan fisiologi kehidupan mikroba.
4	Histologi	Mengkaji tentang jaringan penyusun organisme.
5	Sitologi	Mengkaji tentang segala sesuatu tentang kehidupan sel.

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: mengidentifikasi cabang-cabang biologi menurut objek yang dikaji

1. Perhatikan gambar 1.3! Tentukan nama cabang biologi dan hal-hal yang dikaji di dalamnya!
2. Carilah cabang-cabang biologi yang lain dan lengkapi dengan hal-hal yang dikaji!

D.

Manfaat Mempelajari Biologi dan Bahayanya

Berkembangnya suatu ilmu diharapkan memberikan kontribusi kepada kesejahteraan bagi kehidupan. Dengan berkembangnya berbagai cabang biologi akan semakin bertambah besar peluang manfaat yang disumbangkan oleh biologi, antara lain.

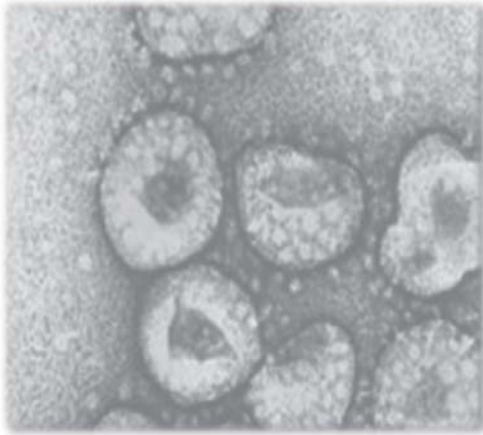
1. Memberikan pemahaman lebih mendalam kepada diri seseorang yang dapat diterapkan sebagai dasar untuk meningkatkan taraf hidupnya.
2. Memberikan pengetahuan akan berbagai sumber daya hayati yang bermanfaat bagi pemenuhan kebutuhan hidup manusia.
3. Memberikan rangsangan pada manusia untuk melakukan diversifikasi pemanfaatan sumber daya hayati sehingga diperoleh sumber baru yang berbeda.
4. Memberikan pengetahuan untuk melakukan konservasi terhadap sumber daya hayati agar tidak punah.

Seseorang yang memahami biologi akan bersikap dan bertindak lain dalam menghadapi permasalahan kehidupan dibandingkan dengan orang yang tidak memiliki

Info Biologi

Sebagai ilmu pengetahuan biologi berkembang seiring dengan tuntutan objek kajian yang makin meluas, objek kajian biologi yang menuntut pengkhususan menghasilkan perkembangan cabang dan anak cabang biologi. Berkembangnya biologi memberikan manfaat meningkatnya taraf hidup manusia dengan pemanfaatan sumber daya hayati, mengoptimalkan, diversifikasi, dan konservasinya.

pemahaman biologi. Contohnya, ketika munculnya wabah SARS, anggota masyarakat disarankan menggunakan masker. Orang awam mungkin beranggapan dengan menggunakan masker mereka tidak akan terkena SARS. Sementara itu bagi yang memahami akan virus, mereka menyadari hanya untuk mencegah meluasnya virus SARS saja, dan mereka selalu waspada dengan menjaga kebersihan serta mempersiapkan tindakan yang tepat bila menjumpai gejala SARS di masyarakat.



■ Gambar 1.4
Virus Sars

Sumber: blackcircle.com

Selain manfaat, kemajuan ilmu pengetahuan terkadang mengandung sisi negatif yang tidak diharapkan. Perkembangan biologi dalam teknik rekayasa genetika tidak diragukan lagi dapat menghasilkan bibit-bibit unggul yang bermanfaat bagi pemenuhan kebutuhan manusia. Jika teknik ini disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab, mungkin dapat menghasilkan bibit-bibit yang malah membahayakan bagi kehidupan. Bila ini terjadi, kesejahteraan hidup yang seharusnya disumbangkan ilmu pengetahuan tidak tercapai, tetapi justru menyengsarakan kehidupan.

Untuk menghindari penyelewengan dan penyalahgunaan teknologi, khususnya di bidang biologi, baru-baru ini dikembangkan aturan-aturan baku atau etika yang harus diperhatikan oleh para ahli yang tertarik pada objek kajian biologi yang disebut **bioetika**. Dalam bioetika memuat norma-norma atau kesepakatan tentang apa saja yang boleh dan tidak boleh dilakukan oleh seseorang yang berkaitan dengan penelitian di bidang biologi.

Aktivitas Sains

Tugas diskusi

Tujuan: menganalisis manfaat perkembangan biologi bagi kehidupan manusia.

Buatlah kelompok maksimal 5 orang.

1. Carilah 5 artikel dari berbagai sumber tentang permasalahan yang berkaitan dengan biologi!
2. Diskusikan dengan anggota kelompokmu, kemudian tentukan:
 - a. Tentukan tindakan apakah untuk dapat mengenali permasalahan itu?
 - b. Tindakan apa yang perlu dilakukan bila menjumpai hal itu?
 - c. Identifikasikan manfaat mempelajari biologi pada masalah bagi hidup kita!
3. Presentasikan hasil diskusi kelompokmu di depan kelas!

Rangkuman

1. Suatu rangkaian aktivitas akal manusia yang disusun secara sistematis akan melahirkan ilmu pengetahuan.
2. Sifat dan ciri ilmu pengetahuan adalah memiliki objek, menggunakan metode, sistematis, universal, objektif, analitis, dan verifikatif.
3. Hal yang mendorong manusia tertarik mempelajari objek biologi adalah permasalahan yang melingkupi kehidupan manusia semakin kompleks.
4. Beberapa cabang biologi yang tengah berkembang antara lain zoologi, botani, mikrobiologi, histologi, dan sitologi.
5. Perkembangan suatu ilmu diharap memberikan kontribusi kepada kesejahteraan semua kehidupan di biosfer.
6. Kemajuan ilmu pengetahuan terkadang mengandung sisi negatif yang tidak diharapkan. Contohnya, senjata biologis.
7. Bioetika merupakan aturan-aturan baku atau etika untuk menghindari penyelewengan teknologi khususnya di bidang biologi.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Perbedaan antara ilmu pengetahuan dan pengetahuan biologi terletak pada
 - a. ilmu mempunyai objek dan metode, pengetahuan tidak
 - b. pengetahuan diperoleh melalui penelitian terencana sedangkan ilmu tidak
 - c. pengetahuan bersumber pada ilmu, sedangkan ilmu bersumber pada masalah
 - d. pengetahuan diperoleh tanpa sengaja dari obyek sedangkan ilmu diperoleh dari obyek tertentu dengan metode khusus
 - e. pengetahuan mempunyai objek tanpa metode sedangkan ilmu mempunyai objek sekaligus menggunakan metode tertentu
2. Pengertian biologi yang paling tepat dijabarkan sebagai ilmu
 - a. yang mempelajari arti dari keseimbangan alam
 - b. yang mempelajari makhluk hidup yang ada dan yang pernah ada
 - c. yang mempelajari hubungan antara produsen dan konsumen
 - d. yang mempelajari semua makhluk hidup yang sekarang ada
 - e. yang mempelajari keberadaan jaring-jaring kehidupan di bumi

3. Objek material yang dikaji dalam biologi adalah
 - a. makhluk hidup saja
 - b. makhluk hidup dan jasad renik
 - c. makroorganisme dan mikroorganisme
 - d. makhluk hidup dan yang pernah hidup
 - e. makhluk hidup dan makhluk tidak hidup
4. Hal pokok yang membedakan biologi dengan ilmu-ilmu lainnya adalah
 - a. objek dasarnya
 - b. objek formalnya
 - c. objek materialnya
 - d. metode yang digunakan
 - e. pengetahuan yang mendasari
5. Ruang lingkup biologi yang dalam pengkajiannya memerlukan alat bantu berupa mikroskop, misalnya
 - a. atom dan molekul
 - b. organel, sel, dan jaringan
 - c. bioma dan biosfer
 - d. sel saja
 - e. organ
6. Seorang dokter mencatat pada seorang pasien terdapat gejala: suhu tubuh cenderung tinggi selama 3 hari terakhir, ada keluhan mual dan sakit di ulu hati, keluar darah dari hidung (mimisan), keluar bintik-bintik merah pada permukaan kulit. Hasil pemeriksaan laboratorium trombosit sangat rendah. Berdasarkan gejala tersebut ditegaskan diagnosis pasien terserang penyakit DBD (demon berdarah dengue), yang penyebarannya melalui perantara nyamuk. Perilaku nyamuk penyebab DBD merupakan persoalan biologi pada tingkat
 - a. individu
 - b. populasi
 - c. komunitas
 - d. ekosistem
 - e. biosfer
7. Berikut ini yang bukan manfaat mempelajari biologi secara moral adalah
 - a. dapat memanfaatkan sumber daya alam secara bijaksana
 - b. tidak mudah percaya dengan hal-hal yang berbau mistik
 - c. mampu bersikap ilmiah dalam menghadapi masalah
 - d. berani memanfaatkan hutan dengan sekehendak hati
 - e. peduli terhadap keberadaan makhluk hidup di sekitarnya
8. Berbagai upaya untuk peningkatan produksi pangan diantaranya dilakukan dengan penyilangan berbagai varietas padi untuk mendapatkan bibit padi unggul. Penyilangan-penyilangan ini merupakan penerapan cabang
 - a. anatomi
 - b. morfologi
 - c. fisiologi
 - d. genetika
 - e. ekologi
9. Salah satu manfaat biologi yang paling mendasar bagi manusia adalah
 - a. jumlah penemuan biologi yang semakin banyak
 - b. mampu mengurangi dan meredakan permasalahan lingkungan
 - c. lahirnya ahli-ahli biologi yang berkecimpung di berbagai kehidupan
 - d. makin bertambahnya manusia yang mencintai ilmu biologi
 - e. lahirnya sikap manusia yang peduli pada kehidupan diri dan makhluk lainnya

10. Mekanisme gerakan otot yang dipelajari dalam fisiologi gerak merupakan cabang ilmu biologi yang juga melibatkan ilmu lain, antara lain
- matematika, dan fisika
 - kimia dan matematika
 - kimia dan fisika
 - ekologi kimia dan statistik
 - fisika dan geofisika

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

- Evolusi merupakan cabang biologi yang mengkaji tentang perubahan sifat individu dari generasi ke generasi. ☐
- Perkembangan biologi tidak memberikan dampak positif bagi pengembangan ilmu-ilmu selain biologi. ☐
- Tumbangnya teori abiogenesis dan berlakunya teori biogenesis menunjukkan bahwa biologi bersifat verifikatif. ☐
- Dengan memahami biologi manusia akan menjadi lebih arif dalam bertindak terhadap kehidupan dan lingkungan hidupnya. ☐
- Bioetika membatasi para ahli untuk dapat menemukan ilmu baru cabang biologi sehingga lambat berkembang. ☐

C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Kebenaran ilmiah	a Universal
2	Mengandung pengertian yang mengerucut, saling menunjang	b Obstetri dan Ginekologi
3	Gurun, tundra, hutan gugur, hutan tropis	c Bioetika
4	Mengkaji tentang kandungan dan kebidanan	d Biosfer
5	Rambu-rambu bagi peneliti di bidang biologi khususnya	e Bioma
		f Verifikatif
		g Sistematis

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

- Apakah yang dimaksud dengan ilmu pengetahuan?
- Sebutkan hal apa sajakah yang menjadi objek kajian dalam biologi!
- Cabang-cabang biologi apa sajakah yang diperlukan untuk dapat mengklasifikasikan hewan dan tumbuhan? Sebutkan dan jelaskan peranannya masing-masing!

4. Apakah cerita *kuda terbang*, *negeri dongeng*, *makhluk luar angkasa* (aliens) termasuk objek kajian biologi? Mengapa?
5. Apakah ada bahaya dari mempelajari biologi? Jika ada bagaimanakah upaya untuk menanggulangnya?

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pertanyaan di bawah ini!

Teknologi kloning semakin canggih, mulai dari kultur tanaman yang dapat menghasilkan sejumlah besar tanaman yang memiliki fenotipe dan sifat yang sama dengan sangat cepat dan mudah, sampai kloning hewan seperti domba dolly. Jika struktur DNA sudah dapat dipetakan maka kita dapat membuat organisme, misalnya klon manusia dengan segala kemampuan unggul untuk dijadikan sebagai tenaga kerja, prajurit perang, atau dijadikan sebagai *bank organ* untuk operasi pencangkokkan organ tubuh.

Keanekaragaman Hayati

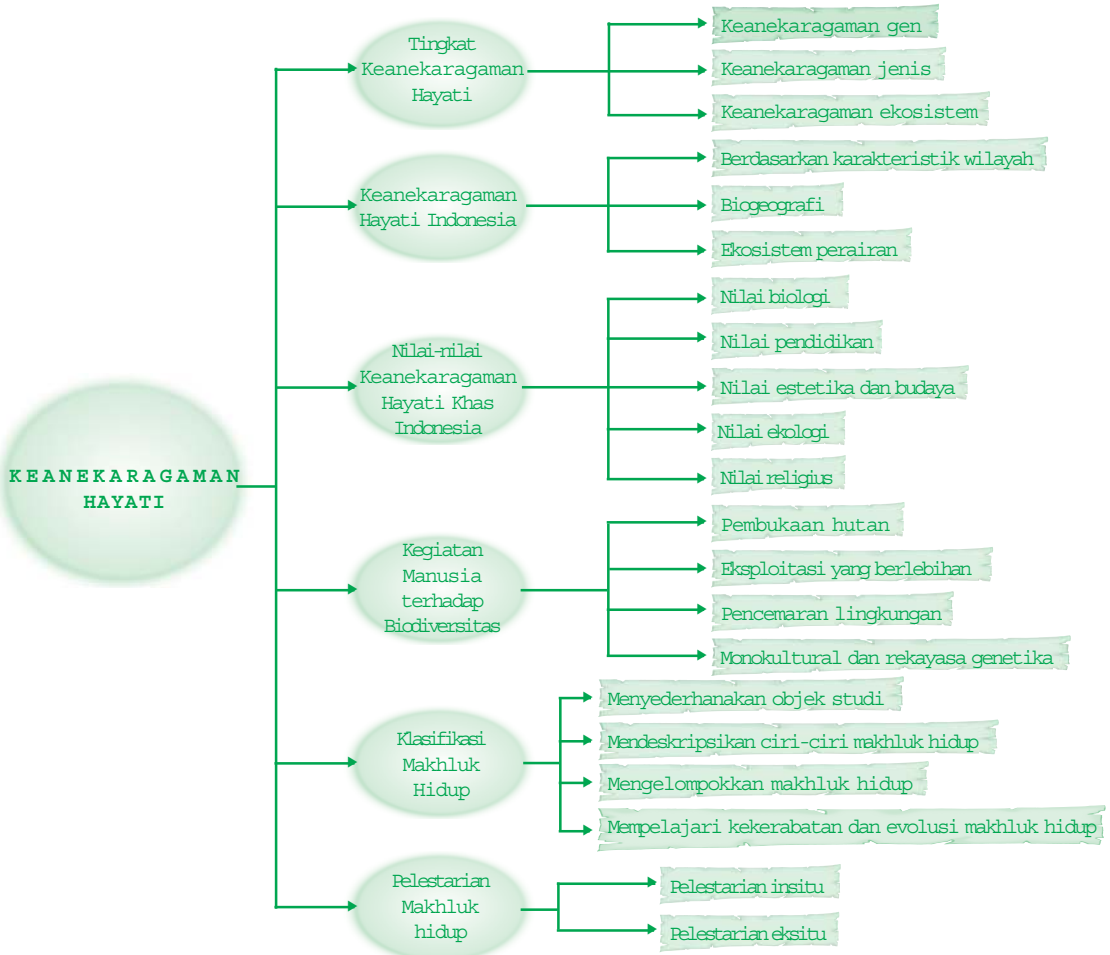
Manusia dengan akalnya menciptakan teknologi untuk mengeksploitasi alam dan keanekaragaman hayati di dalamnya demi memenuhi kebutuhan hidupnya. Banyak sekali kerusakan yang terjadi di alam akibat ulah manusia, namun tidak sedikit pula yang diperbaiki oleh manusia.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat merumuskan konsep keseragaman dan keberagaman makhluk hidup dengan mengamati lingkungan. Semakin mengenal dan menghargai keanekaragaman hayati di Indonesia dengan berusaha menjaga dan melestarikannya.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- lingkungan, ekosistem, klasifikasi makhluk hidup, pelestarian makhluk hidup

Semenjak meledaknya jumlah penduduk serta berkembangnya industri, eksploitasi terhadap keanekaragaman hayati (biodiversitas) semakin meningkat. Setiap tahunnya jutaan hektar hutan alam menghilang karena berubah fungsi untuk berbagai kepentingan manusia. Penggundulan dan pembakaran hutan, reklamasi pantai dan rawa, pengembangan industri yang tidak dilengkapi pengolahan limbah, serta penggunaan bahan kimia, seperti pupuk dan pestisida secara berlebihan, merupakan kegiatan manusia yang secara tidak sadar akan menghancurkan keanekaragaman hayati.



■ **Gambar 2.1**
Pembukaan hutan untuk pertanian

Sumber : Microsoft Encarta 2006

Apabila kegiatan manusia seperti tersebut di atas tidak segera diakhiri, manusia sendirilah yang akan menderita kerugian, jika tindakan penyelamatan keanekaragaman hayati tidak dilaksanakan maka spesies yang hidup hari ini akan menuju kepunahan. Para ilmuwan juga menyatakan bahwa rusaknya hutan hujan tropis menyebabkan hilangnya beberapa tumbuhan yang bermanfaat, karena fungsinya sebagai bank gen atau apotek hidup hilang akibat kepunahan tumbuhan yang bersangkutan.

Di negara agraris yang mulai berkembang, usaha peningkatan produksi pertanian yang secara tidak sadar akan menurunkan keanekaragaman hayati terus dikembangkan, yaitu bercocok tanam sistem monokultur, artinya bercocok tanam dengan lahan yang tetap dan tanamannya satu jenis saja. Dipandang dari keanekaragaman hayati, sistem monokultur tersebut sangat merugikan. Sistem

monokultur dapat menurunkan tingkat keanekaragaman hayati karena hanya mengembangkan satu jenis tanaman saja. Hal ini membuat tanaman lain semakin langka. Unsur-unsur tertentu yang dibutuhkan tanaman tersebut semakin lama juga akan semakin menipis sedangkan unsur-unsur lainnya tersedia cukup banyak. Oleh sebab itu, sistem monokultur dapat mengundang hama dan penyakit.

Usaha penciptaan tanaman varietas revolusi hijau di Amerika, gandum di Meksiko, padi di Asia menjadi penyebab kerusakan keanekaragaman hayati di daerah atau negara tersebut. Karena semakin lama akan menghilangkan organisme awal yang merupakan sumber penciptaan keturunan (varietas) tersebut. Untunglah, di hutan belantara Asia masih tersimpan jenis padi liar yang selama ini lepas dari perhatian, yaitu spesies *Oryza nivana*. Berkat ketekunan para ilmuwan, dihasilkan varietas unggul tahan wereng.

Dalam bidang pertanian, kehutanan, perikanan, dan peternakan, produksi selalu didorong ke arah pemusnahan keanekaragaman hayati. Jadi, produksi yang didasarkan kepada keseragaman menjadi ancaman utama konservasi keanekaragaman hayati dan keberlanjutan produksi itu sendiri. Keanekaragaman hanya dapat dilestarikan jika keanekaragaman dijadikan logika produksi. Jika produksi selalu ditempuh dengan keseragaman dan homogenisasi maka keanekaragaman akan terus terancam keberadaannya.

A. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Dari sekian banyak organisme yang menghuni bumi, tidak ada sepasang pun yang benar-benar sama untuk segala hal. Kenyataan tersebut menunjukkan kepada kita, bahwa di alam raya dijumpai keanekaragaman makhluk hidup atau disebut juga keanekaragaman hayati. Keanekaragaman hayati (biodiversitas) adalah keanekaragaman organisme yang menunjukkan keseluruhan atau totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem pada suatu daerah. Keseluruhan gen, jenis dan ekosistem merupakan dasar kehidupan di bumi. Mengingat pentingnya keanekaragaman hayati bagi kehidupan maka keanekaragaman hayati perlu dipelajari dan dilestarikan. Tingginya tingkat keanekaragaman hayati di permukaan bumi mendorong ilmuwan mencari cara terbaik untuk mempelajarinya, yaitu dengan klasifikasi.

Keanekaragaman hayati melingkupi berbagai perbedaan atau variasi bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat-sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan, baik tingkatan gen, tingkatan spesies maupun tingkatan ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, para pakar membedakan keanekaragaman hayati menjadi tiga tingkatan, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis dan keanekaragaman ekosistem.

1. Keanekaragaman gen

Gen atau plasma nuftah adalah substansi kimia yang menentukan sifat keturunan yang terdapat di dalam lokus kromosom. Setiap individu makhluk hidup mempunyai kromosom yang tersusun atas benang-benang pembawa sifat keturunan yang terdapat di dalam inti sel. Sehingga seluruh organisme yang ada di permukaan bumi ini mempunyai kerangka dasar komponen sifat menurun yang sama. Kerangka dasar tersebut tersusun atas ribuan sampai jutaan faktor menurun yang mengatur tata cara penurunan sifat organisme. Walaupun kerangka dasar gen seluruh organisme sama, namun komposisi atau susunan, dan jumlah faktor dalam kerangka bisa berbeda-beda. Perbedaan jumlah dan susunan faktor tersebut akan menyebabkan terjadinya keanekaragaman gen.

Di samping itu, setiap individu memiliki banyak gen, bila terjadi perkawinan atau persilangan antar individu yang karakternya berbeda akan menghasilkan keturunan yang semakin banyak variasinya. Karena pada saat persilangan akan terjadi penggabungan gen-gen individu melalui sel kelamin. Hal inilah yang menyebabkan keanekaragaman gen semakin tinggi. Contoh keanekaragaman tingkat gen ini adalah tanaman bunga mawar putih dengan bunga mawar merah yang memiliki perbedaan, yaitu berbeda dari segi warna bunga.

Dalam perkembangannya, faktor penentu tidak hanya terdapat pada gen saja, melainkan ada juga faktor lain yang berperan mempengaruhi keanekaragaman hayati ini, yaitu lingkungan. Sifat yang muncul pada setiap individu merupakan interaksi antara gen dengan lingkungan. Dua individu yang memiliki struktur dan urutan gen yang sama, belum tentu memiliki bentuk yang sama pula karena faktor lingkungan mempengaruhi penampakan (fenotipe) atau bentuk. Misalnya, orang yang hidup di daerah pegunungan dengan orang yang hidup di daerah pantai memiliki perbedaan dalam hal jumlah eritrositnya. Jumlah eritrosit orang yang hidup di daerah pegunungan lebih banyak dibanding yang hidup di pantai disebabkan adaptasi terhadap kandungan oksigen di lingkungannya. Di daerah pegunungan

lebih rendah kandungan oksigennya dibandingkan di daerah pantai. Sehingga fenotipe pipi orang pegunungan umumnya lebih kemerahan dibanding orang pantai.



■ **Gambar 2.2**

Keanekaragaman tingkat gen yang menunjukkan fenotipe atau penampakan yang berbeda

2. Keanekaragaman jenis

Spesies atau jenis memiliki pengertian, individu yang mempunyai persamaan secara morfologis, anatomis, fisiologis dan mampu saling kawin dengan sesamanya (inter hibridisasi) yang menghasilkan keturunan yang fertil (subur) untuk melanjutkan generasinya. Keanekaragaman jenis menunjukkan seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup antar jenis. Perbedaan antar spesies organisme dalam satu keluarga lebih mencolok sehingga lebih mudah diamati daripada perbedaan antar individu dalam satu spesies.

Dalam keluarga kacang-kacangan kita kenal kacang tanah, kacang buncis, kacang hijau, kacang kapri, dan lain-lain. Di antara jenis kacang-kacangan tersebut kita dapat dengan mudah membedakannya karena di antara mereka ditemukan ciri khas yang sama. Akan tetapi, ukuran tubuh atau batang, kebiasaan hidup, bentuk buah dan biji, serta rasanya berbeda. Contoh lainnya terlihat keanekaragaman jenis pada pohon kelapa, pohon pinang dan juga pada pohon palem.



■ **Gambar 2.3**

Keanekaragaman tingkat spesies yang menunjukkan perbedaan walaupun masih dalam satu suku

3. Keanekaragaman ekosistem

Ekosistem dapat diartikan sebagai hubungan atau interaksi timbal balik antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup lainnya dan juga antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Setiap makhluk hidup hanya akan tumbuh dan berkembang pada lingkungan yang sesuai. Pada suatu lingkungan tidak hanya dihuni oleh satu jenis makhluk hidup saja, tetapi juga akan dihuni oleh jenis makhluk hidup lain yang sesuai. Akibatnya, pada suatu lingkungan akan terdapat berbagai makhluk hidup berlainan jenis yang hidup berdampingan secara damai. Mereka seolah-olah menyatu dengan lingkungan tersebut. Pada lingkungan yang sesuai inilah setiap makhluk hidup akan dibentuk oleh lingkungan. Sebaliknya, makhluk hidup yang terbentuk oleh lingkungan akan membentuk lingkungan tersebut. Jadi, antara makhluk hidup dengan lingkungannya akan terjadi interaksi yang dinamis.

Ingatlah

Keanekaragaman hayati melingkupi berbagai perbedaan atau variasi bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat-sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan, baik tingkatan gen, tingkatan spesies maupun tingkatan ekosistem.

Perbedaan kondisi komponen abiotik (tidak hidup) pada suatu daerah menyebabkan jenis makhluk hidup (biotik) yang dapat beradaptasi dengan lingkungan tersebut berbeda-beda. Akibatnya, permukaan bumi dengan variasi kondisi komponen abiotik yang tinggi akan menghasilkan keanekaragaman ekosistem. Ada ekosistem hutan hujan tropis, hutan gugur, padang rumput, padang lumut, gurun pasir, sawah, ladang, air tawar, air payau, laut, dan lain-lain. Komponen biotik dan abiotik di berbagai daerah bervariasi baik mengenai kualitas komponen tersebut maupun kuantitasnya. Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya keanekaragaman ekosistem di muka bumi ini. Antar komponen ekosistem hidup berdampingan tanpa saling mengganggu, dan apabila terjadi kepunahan atau gangguan terhadap salah satu anggotanya maka akan mengganggu kelangsungan hidup organisme lainnya. Suatu perubahan yang terjadi pada komponen-komponen ekosistem ini akan berpengaruh terhadap keseimbangan (homeostatis) ekosistem tersebut.

Sebagai suatu sistem, di dalam setiap ekosistem akan terjadi proses yang saling terkait. Misalnya, pengambilan makanan, perpindahan energi atau energetika, daur zat atau materi, dan produktivitas atau hasil keseluruhan ekosistem. Contoh keanekaragaman hayati tingkat ekosistem adalah pohon kelapa banyak tumbuh di daerah pantai, pohon aren tumbuh di pegunungan, sedangkan pohon palem dan pinang tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah.

1. Keanekaragaman hayati Indonesia berdasarkan karakteristik wilayahnya

Secara Astronomis, Indonesia terletak pada 6° LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT. Artinya, Indonesia terletak di daerah iklim tropis karena terdapat di antara $23\frac{1}{2}^{\circ}$ LU dan $23\frac{1}{2}^{\circ}$ LS, ciri-ciri daerah tropis antara lain memiliki temperatur udara cukup tinggi, yaitu 26°C - 28°C , curah hujan pun cukup tinggi, yaitu 700 - 7.000 mm/tahun dan tanahnya subur karena proses pelapukan batuan cukup cepat. Untuk kekayaan hewan, Indonesia memiliki jumlah keragaman yang tinggi dibandingkan negara-negara lain.

Hewan mamalia menduduki peringkat pertama di dunia hampir mencapai 515 jenis, 125 jenis diantaranya endemik, artinya tidak diketemukan di daerah lain. Peringkat kedua diduduki oleh kupu-kupu meliputi 151 jenis. Reptil menduduki peringkat tiga dunia, lebih dari 600 jenis. Sedangkan, burung menduduki peringkat keempat yang mencapai 1519 jenis dan 420 jenis bersifat endemik. Peringkat kelima diduduki oleh amfibi meliputi hampir 270 jenis.

Macam-macam tumbuhan khas dan endemik di Indonesia antara lain sebagai berikut.

- Kayu ramin (*Gonystylus bancanus*) terdapat di pulau Sumatera, Kalimantan dan Maluku.
- Kayu besi (*Euziderozylon zwageri*) terdapat di Jambi, Pulau Sumatra.
- (*Rafflesia arnoldii*) terdapat di pulau Jawa, Sumatera dan Kalimantan.
- Matoa (*Pometia pinnata*) terdapat di daerah Papua.
- Meranti (*Shorea sp*), Keruing (*Dipterocarpus sp*) dan Rotan (*Liana sp*) banyak terdapat di hutan Pulau Kalimantan.
- Durian (*Durio zibethinus*), Mangga (*Mangifera indica*), Sukun (*Arthocarpus communis*) banyak terdapat di hutan pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi.
- Kayu Cendana banyak tumbuh di Nusa Tenggara.
- Sawo kecil (*Manilkara kauki*) terdapat di pulau Jawa.
- Kepuh (*Sterculia foetida*) terdapat di Pulau Jawa.

Macam-macam hewan khas dan endemik di Indonesia antara lain sebagai berikut.

- Badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*) berada di Ujung Kulon.
- Komodo (*Varanus komodoensis*) di Pulau Komodo.
- Burung Maleo (*Macrocephalon maleo*) di Pulau Sulawesi.

- d. Tapir (*Tapirus indicus*) ada di Pulau Sumatera.
- e. Orang utan (*Pongo pygmaeus*) di pulau Sumatera dan Kalimantan.
- f. Cendrawasih (*Paradisaea minor*) dan Kasuari (*Casuaris casuaris*) di Papua.
- g. Macan Kumbang (*Panthera pardus*) dan Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) ada di Pulau Jawa dan Sumatera.
- h. Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) ada di pulau Jawa, Bali dan Sulawesi.
- i. Jalak Bali (*Leucopsar rothschildi*) ada di pulau Bali.
- j. Gajah (*Elephas maximus*) terdapat di Sumatra dan Kalimantan.



cendrawasi



orang utan



jalak bali



gajah



komodo

Sumber : Mocrrosoft Encarta 2006

Gambar 2.4
Beberapa hewan endemik di Indonesia

2. Keanekaragaman hayati Indonesia berdasarkan penyebarannya (Biogeografi)

Biogeografi adalah ilmu yang mempelajari penyebaran makhluk hidup tertentu pada lingkungan tertentu di bumi. Indonesia merupakan negara yang amat kaya dengan flora dan fauna yang tersebar di seluruh kepulauannya. Persebaran makhluk hidup yang berbeda ini dapat ditentukan oleh geografis, seperti ketinggian, garis lintang, dan keadaan iklim, misalnya curah hujan, suhu, dan radiasi cahaya. Berdasarkan fauna dan floranya, biogeografi dapat dibagi menjadi dua, yaitu persebaran hewan dan persebaran tumbuhan.



■ **Gambar 2.5**

Diadaptasi dari Microsoft Encarta 2006

Garis Wallace dan garis Webber membagi wilayah Indonesia menjadi tiga bagian

a. Penyebaran hewan (zoogeografi)

Penyebaran hewan di bumi menurut Alfred Russell Wallace dapat dikelompokkan menjadi 6 daerah, yaitu sebagai berikut.

- 1) Palearktik meliputi daerah Asia Utara dan Eropa, hewan yang khas adalah beruang eropa, bison dan rusa kutub.
- 2) Ethiopia meliputi daerah Afrika, Arab, Madagaskar, hewan yang khas, seperti zebra, jerapah, gajah, dan gorila.
- 3) Oriental meliputi daerah Asia Selatan dan Indonesia bagian barat, hewan yang khas adalah harimau, gajah, tapir, dan kerbau.
- 4) Australia meliputi daerah Australia, New Zealand dan Indonesia bagian timur. Hewan yang khas meliputi hewan yang berkantung, seperti kanguru.
- 5) Neartik meliputi daerah Amerika Utara, hewan yang khas meliputi, binatang pengerat besar, yaitu berang-berang.
- 6) Neotropik meliputi daerah Amerika Tengah dan Amerika Selatan, hewan yang khas meliputi kera dan tapir.

Letak Indonesia termasuk dalam 2 daerah zoogeografi, yaitu oriental dan Australia. Yang termasuk daerah zoogeografi oriental adalah bagian barat Indonesia, sedangkan bagian timur termasuk daerah zoogeografi Australia. Menurut sejarahnya, Indonesia bagian barat menyatu dengan benua Asia dan Indonesia timur menyatu dengan benua Australia. Sehingga tidak mengherankan jika jenis hewan dan tumbuhan yang ada di Indonesia barat mirip dengan hewan dan tumbuhan di Asia Tenggara atau oriental. Jenis hewan dan tumbuhan di Indonesia timur mirip dengan hewan dan tumbuhan yang berada di daerah biografi benua Australia.

b. Persebaran tumbuhan

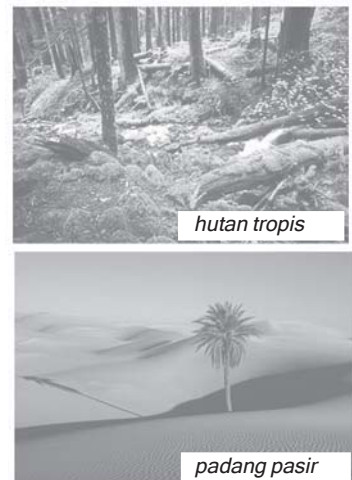
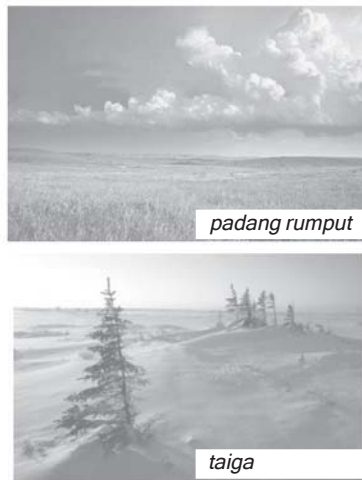
Tumbuhan yang menutupi suatu daerah tertentu disebut vegetasi. Persebaran tumbuhan ditentukan oleh faktor geologis, geografis (seperti ketinggian dan garis lintang) dan curah hujan. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut dan letaknya semakin jauh dari garis lintang, di tempat tersebut suhunya semakin menurun. Setiap kenaikan ketinggian 100 meter dari permukaan laut dan kenaikan garis lintang maka sebesar 1° suhu daerah tersebut akan turun 5°C .

Macam-macam vegetasi dan ciri-cirinya sebagai berikut.

- 1) *Tundra*, memiliki ciri-ciri vegetasi rumput dan lumut kerak (Lichenes) dan terdapat pada daerah Skandinavia, Rusia, Siberia dan Kanada.
- 2) *Taiga*, memiliki ciri-ciri vegetasi hutan hujan jarum (konifer) dan terdapat pada daerah Skandinavia, Alaska, Kanada dan Siberia.
- 3) *Hutan meranggas (4 musim)*, memiliki ciri-ciri vegetasi hutan yang hijau pada musim panas dan menggugurkan daunnya pada musim dingin. Terdapat pada daerah iklim sedang, seperti Eropa, sebagian Asia dan Amerika.
- 4) *Padang rumput*, memiliki ciri-ciri vegetasi tanpa pohon, tumbuhan berupa rumput (Graminae). Terdapat pada daerah Hongaria, Amerika Utara, Argentina dan Rusia Selatan.
- 5) *Vegetasi gurun*, memiliki ciri-ciri vegetasi dengan jumlah pohon sangat sedikit yang tumbuh adalah jenis tumbuhan tahan kering (xerofit), berbunga dan berbuah dalam waktu pendek (efermer). Terdapat pada daerah gurun Gobi (RRC), gurun Sahara (Afrika Utara), gurun Kalahari (Afrika Selatan)
- 6) *Sabana*, memiliki ciri-ciri vegetasi padang rumput dan pepohonan. Terdapat pada daerah Asia, Australia dan Indonesia.
- 7) *Hutan hujan tropis*, memiliki ciri-ciri vegetasi tumbuhan hijau sepanjang tahun, pohon- pohon tinggi, jenisnya sangat banyak, terdapat tumbuhan yang menempel (epifit) dan tumbuhan yang memanjat pohon lain (liana). Terdapat pada daerah Asia, Afrika, Indonesia, dan Amerika Selatan.
- 8) *Hutan bakau*, memiliki ciri-ciri vegetasi yang memiliki akar nafas karena tanah dan airnya miskin oksigen, contohnya Pohon Bakau (Rhizipora), kayu api (Avicinea) dan Sonneratia/jenis tumbuhan tahan kering (xerofit). Terdapat di daerah tropik dan subtropik pada zona pasang surut di tempat landai pada pantai.
- 9) *Hutan lumut*, memiliki ciri-ciri vegetasi tumbuhan lumut dan terdapat di daerah pegunungan.

Ingatlah

Persebaran makhluk hidup dapat ditentukan oleh geografis seperti ketinggian (altitude), garis lintang (latitude), dan keadaan iklim seperti curah hujan (presipitasi), suhu, radiasi cahaya.



Sumber : Micosoft Encarta 2006

■ **Gambar 2.6**

Gambar beberapa tipe ekosistem (searah jarum jam) yaitu taiga, padang rumput, hutan tropis, dan padang pasir.

Semua suku tumbuhan terwakili dengan baik di Indonesia. Karena pengetahuan tentang tumbuhan masih terbatas maka belum semuanya dapat dipelajari. Oleh karena itu, masih banyak jenis baru yang menunggu untuk dipelajari.

Perkiraan jumlah lumut yang ditemukan di Indonesia sekitar 4.250 sampai 12.000 jenis dari 47.000 jenis yang ada di dunia. Tumbuhan lumut ditemukan hampir 3.000 jenis dari 15.000 jenis lumut yang ada di dunia. Sedangkan, tumbuhan paku-pakuan mencapai 4.000 jenis mewakili seperempat jumlah paku-pakuan yang ada di dunia. Kelompok terbesar terdiri dari tumbuhan berbiji dengan 20.000 jenis, mewakili 8% jumlah yang ada di dunia.

Sebaran jenis tumbuhan di Indonesia sangat heterogen. Daerah terkaya adalah daerah hutan hujan primer dataran rendah Kalimantan yang terdiri atas 10.000 jenis tumbuhan berbiji yang 34%-nya merupakan jenis yang endemik.

3. Keanekaragaman hayati Indonesia berdasarkan ekosistem perairannya

Macam-macam lingkungan perairan (akuatik) akan membentuk ekosistem antara lain, ekosistem air tawar dan ekosistem air laut.

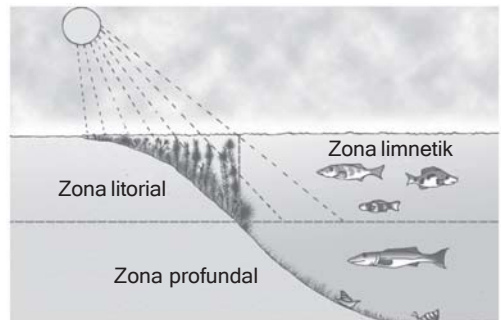
a. Ekosistem air tawar

Mempunyai ciri-ciri salinitas atau kadar garam rendah, variasi suhu rendah, penetrasi atau paparan cahaya matahari kurang, adanya aliran air (ekosistem sungai), dan dipengaruhi oleh iklim serta cuaca.

Berdasarkan intensitas cahaya yang diterima maka habitat ekosistem air tawar dapat dibagi menjadi 3 zona, yaitu sebagai berikut.

- 1) *Litoral* adalah daerah dengan intensitas cahaya matahari yang mencapai dasar.
- 2) *Limnetik* adalah daerah terbuka yang intensitas cahaya matahari dapat mencapai dasar.
- 3) *Profundal* adalah daerah dasar yang dalam sehingga cahaya matahari tidak dapat mencapainya.

Organisme yang hidup di daerah ekosistem air tawar memiliki karakteristik tertentu, seperti tumbuhan rendah bersel satu mempunyai dinding sel yang kuat, sedang tumbuhan tingkat tinggi mempunyai akar sulur untuk melekat pada bagian dasar perairan, misalkan teratai, kangkung, ganggang biru dan ganggang hijau. Sedangkan, karakteristik hewannya memiliki ciri-ciri mengeluarkan air berlebih, garam diabsorpsi (diserap) melalui insang secara aktif dan sedikit minum, air masuk dalam tubuh secara osmosis.



Diadaptasi dari Eugene P. Odum, 1993

■ Gambar 2.7

Gambar yang menunjukkan pembagian daerah ekosistem air tawar berdasarkan intensitas cahaya yang diterima

b. Ekosistem air laut

Adanya hempasan gelombang air laut maka di daerah pasang surut yang merupakan perbatasan darat dan laut terbentuk gundukan pasir, dan jika menuju ke darat terdapat hutan pantai yang terbagi menjadi beberapa wilayah, yaitu sebagai berikut.

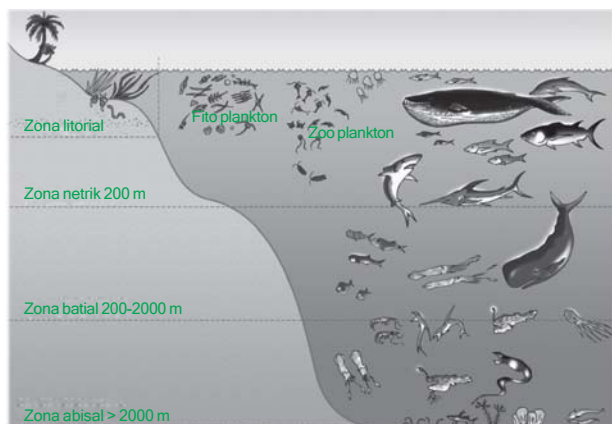
- 1) Formasi pescaprae, didominasi tumbuhan *Vigna*, *Spinifex litorus*, *Ipomoea pescaprae*, *Pandanus tectorius*.
- 2) Formasi baringtonia, tumbuhan yang khas, misalkan *Hibiscus tilliaceus*, *Terminalia catapa*, *Erythrina sp.*
- 3) Hutan bakau, tumbuhan yang khas adalah *Rhizophora* (bakau), dan *Acanthus*.

Ciri-ciri lingkungan ekosistem air laut adalah sebagai berikut.

- 1) Salinitas tinggi terutama di daerah tropis, sedangkan di daerah dingin cukup rendah.
- 2) Ekosistem laut tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- 3) Arus laut yang selalu berputar timbul karena perbedaan temperatur dan perputaran bumi.
- 4) Di daerah tropis, seperti di Indonesia, air permukaan laut mempunyai suhu lebih tinggi dengan suhu air di bagian bawahnya sehingga air permukaan tidak dapat bercampur dengan air di lapisan bawah. Batas antara lapisan tersebut dinamakan batas termoklin.

Secara fisik habitat air laut terbagi atas 4 zona, sebagai berikut.

- 1) Litoral, yaitu yang berbatasan dengan darat.
- 2) Netrik, yaitu kedalaman sampai 200 meter.
- 3) Batial, yaitu kedalaman 200 meter hingga 2000 meter.
- 4) Abisal, yaitu kedalaman 2000 meter lebih.



■ **Gambar 2.8**
Pembagian daerah ekosistem air laut (tidak menurut skala)

Diadaptasi dari Eugene P. Odum, 1993

Organisme yang hidup di daerah ekosistem air laut memiliki karakteristik tertentu, seperti hewan dan tumbuhan tingkat rendah memiliki tekanan osmosis sel kira-kira sama dengan tekanan osmosis air laut maka itu adaptasinya tidak terlalu sulit. Sedangkan, hewan bersel banyak, misalnya ikan, cara adaptasi yang dilakukan dengan cara melakukan banyak minum, sedikit mengeluarkan urin, pengeluaran air dilakukan secara osmosis, sedangkan garam mineral dikeluarkan secara aktif melalui insang.

C.

Nilai-Nilai Keanekaragaman Hayati Khas Indonesia

Info Biologi

Setiap tahun, orang di seluruh dunia menghabiskan sekitar 200 juta ton kertas yang dibuat dari serat kayu. Bisa kalian bayangkan berapa banyak pohon yang ditebang untuk keperluan itu.

Untuk mendapatkan manfaat sebesar-besarnya dari keanekaragaman hayati secara berkelanjutan, manusia harus terus mempelajari keanekaragaman hayati. Manfaat yang diperoleh dalam mempelajari keanekaragaman hayati, antara lain:

1. mengetahui manfaat setiap jenis organisme;
2. mengetahui adanya saling ketergantungan di antara organisme satu dengan lainnya;
3. memahami ciri-ciri dan sifat setiap organisme;
4. memahami adanya hubungan kekerabatan antar organisme;
5. memahami manfaat keanekaragaman hayati dalam mendukung kelangsungan hidup manusia.

Hingga saat ini berbagai bentuk keanekaragaman hayati terus diselidiki. Di daerah hutan hujan tropis, seperti sebagian besar hutan di Indonesia, diperkirakan terdapat jutaan spesies yang belum teridentifikasi. Orang semakin menyadari bahwa manfaat

keanekaragaman hayati bagi peningkatan kesejahteraan manusia sangat besar. Ada beberapa nilai manfaat keanekaragaman hayati bagi manusia, diantaranya adalah nilai biologi, nilai pendidikan, nilai estetika dan budaya, nilai ekologi, serta nilai religius.

1. Nilai biologi

Kebutuhan pangan, sandang, obat-obatan, bahan bangunan, dan oksigen hampir 100 % berkat jasa keanekaragaman hayati. Seluruh penduduk dunia, kebutuhan makanannya bergantung kepada tumbuhan dan hewan yang langsung diambil dari alam. Di Asia dan Amerika Latin, menggunakan semua bagian dari pohon palem, seperti memakan buahnya, menggunakan batang dan daunnya untuk bahan bangunan, alat penyapu lantai, bahan bakar, memeras minyaknya untuk memasak, obat-obatan, serta untuk penerangan. Para ilmuwan dunia percaya bahwa sekitar 80.000 spesies tumbuhan dapat dimakan. Namun, hanya sekitar 30 spesies saja yang mampu menyediakan 90 % kebutuhan gizi manusia. Sebenarnya alam masih menyimpan banyak keanekaragaman hayati yang belum tersentuh atau tergali oleh tangan manusia, bahkan kemungkinan besar masih banyak spesies-spesies yang sebenarnya jauh lebih berpotensi untuk menghasilkan bahan kebutuhan manusia namun belum diketahui.

Banyak industri yang memerlukan bahan baku dari keanekaragaman hayati hewan dan tumbuhan. Industri benang memerlukan beberapa jenis tumbuhan dan hewan. Tumbuhan ada yang diambil batangnya, umbi, buah, bunga, daun, daging, susu, telur, dan lain-lain. Industri kertas memerlukan jutaan ton batang tumbuhan, begitu pula industri obat-obatan dan kosmetik memerlukan berbagai jenis hewan dan tumbuhan yang memiliki khasiat tertentu.

2. Nilai pendidikan

Di dalam tubuh makhluk hidup tersimpan sumber gen yang secara alami telah sesuai dengan alamnya. Oleh sebab itu, lestarnya keanekaragaman hayati merupakan syarat mutlak untuk tetap menjaga tersedianya plasma nutfah atau sumber gen. Ini berarti memberi peluang untuk mengembangkan penelitian demi pemulihan keanekaragaman hayati yang belakangan ini cenderung mengalami penyusutan.

3. Nilai estetika dan budaya

Keanekaragaman hayati juga memberikan pemandangan alam yang indah. Tidak mengherankan apabila para wisatawan mancanegara senang berkunjung ke kawasan hutan alam, sungai,

Info Biologi

Setiap tanah yang terletak di permukaan menjadi sasaran bagi erosi yang ganas jika tidak tertutupi oleh tumbuhan hijau. Tanah di daerah tropis yang ditumbuhi hutan rimba sangat rapuh, jika hutannya habis maka tanahnya akan menjadi sasaran kekeringan dan erosi.

arung jeram, dan laut yang masih alami. Tidak sedikit keanekaragaman hewan mempunyai bentuk fisik yang bagus atau perilaku yang lucu, menjadi incaran koleksi manusia. Hewan-hewan yang memiliki sifat tersebut dapat mendatangkan hiburan bagi manusia.

4. Nilai ekologi

Keberadaan keanekaragaman hayati pada suatu daerah sangat berperan besar untuk menjaga proses ekosistem, seperti daur zat, dan aliran energi. Di samping itu, keberadaan keanekaragaman hayati, khususnya keanekaragaman tumbuhan, mempunyai peran besar dalam menjaga tanah dari erosi dan terjaganya proses fotosintesis. Dalam skala luas, keanekaragaman tumbuhan menjaga daerah aliran sungai serta stabilitas iklim.

5. Nilai religius

Keanekaragaman hayati juga memiliki fungsi untuk mengingatkan kita akan kebesaran Tuhan yang telah menciptakan alam raya ini dengan keindahan yang tiada tara.

D.

Pengaruh Kegiatan Manusia terhadap Biodiversitas

Manusia merupakan salah satu komponen yang dapat memengaruhi ekosistem. Manusia dapat melakukan kegiatan yang dapat meningkatkan produksi komponen biotik ekosistem, tetapi sebaliknya ulah manusia juga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Berikut ini adalah kegiatan-kegiatan manusia yang dapat menurunkan keanekaragaman hayati.

1. Pembukaan hutan

Pembukaan hutan, seperti untuk lahan pertanian, perumahan, pertambangan dan industri yang disebabkan pertambahan populasi manusia akan berakibat terhadap keseimbangan ekosistem hutan. Terjadinya penggundulan hutan akan mengakibatkan banjir. Kegiatan pembukaan hutan akan menghilangkan beribu-ribu spesies asli yang ada di hutan karena habitatnya telah rusak. Contohnya, semakin langkanya jalak putih bali karena habitatnya tergusur, dan menurunnya populasi harimau jawa akibat habitatnya menyempit.

2. Eksploitasi sumber daya alam hayati yang berlebihan

Pertambahan populasi manusia yang sangat cepat mengakibatkan pengambilan sumber daya alam hayati oleh manusia dapat melebihi batas regenerasi dan reproduksi dari organisme tersebut. Kenyataan semacam itu menyebabkan kepunahan pada berbagai jenis makhluk hidup, sehingga menurunkan keanekaragaman hayati. Contohnya perburuan orangutan untuk membuat obat, gading gajah untuk dikoleksi, perburuan beruang dan ular atau buaya untuk pembuatan tas maupun jaket kulit.

3. Pencemaran lingkungan

Peningkatan jumlah pemukiman dan industri akan membawa konsekuensi terciptanya limbah yang akan mencemari lingkungan baik air, tanah atau udara. Pencemaran merupakan perubahan lingkungan akibat ulah manusia. Perubahan lingkungan ini akan memberikan tekanan terhadap makhluk hidup yang akan sangat membahayakan kelangsungan biodiversitas atau keanekaragaman hayati di permukaan bumi. Contohnya semakin langkanya jenis-jenis ikan air tawar yang ada di sungai Ciliwung akibat pencemaran limbah industri, matinya ribuan ikan laut di Pantai Teluk Jakarta akibat pencemaran limbah industri.

Info Biologi

Akibat penebangan kayu tanpa diiringi konservasi lahan, sekitar 700.000 hektar areal hutan di pulau Jawa dalam kondisi kritis. Jika dibiarkan, dalam 10 tahun akan gundul dan bencana longsor serta banjir semakin dahsyat.

4. Budidaya monokultur dan dampak negatif rekayasa genetik

Sistem pertanian monokultur yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pangan, berpengaruh negatif terhadap jenis-jenis tumbuhan yang kurang bersifat unggul karena menjadi kurang dibudidayakan sehingga hilang dari lingkungan dan pada akhirnya menjadi punah. Selain itu, pemanfaatan bibit unggul yang tahan hama dan penyakit hasil rekayasa genetika juga dapat menyebabkan erosi plasma nuftah bagi tanaman yang tidak tahan terhadap hama dan penyakit.

E.

Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Adanya eksploitasi hutan tropis menjadi lahan pertanian dan penggundulan hutan, berdampak besar pada proses hilangnya sumber daya alam hayati. Indonesia memiliki daftar terpanjang jenis

tumbuhan dan hewan yang terancam kepunahan. Sudah tercatat paling tidak, ada 126 jenis burung, 63 jenis hewan mamalia, dan 21 jenis hewan melata yang dinyatakan terancam punah. Populasi kayu ramin menipis, kayu gaharu, dan kayu cendana terancam punah.

Dengan menurunnya keanekaragaman hayati, manusia perlu melakukan upaya dan aktivitas yang dapat melestarikan dan mengembangkan keanekaragaman hayati. Ada dua cara pelestarian keanekaragaman hayati di Indonesia, yaitu pelestarian *In situ* dan *Ek situ*.

1. Pelestarian *In situ*, yaitu suatu upaya pelestarian sumber daya alam hayati di habitat atau tempat aslinya. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan karakteristik tumbuhan atau hewan tertentu sangat membahayakan kelestariannya apabila dipindahkan ke tempat lainnya. Contohnya sebagai berikut.
 - a. Suaka margasatwa untuk komodo di Taman Nasional Komodo, Pulau Komodo.
 - b. Suaka margasatwa untuk badak bercula satu di Taman Nasional Ujung Kulon, Jawa Barat.
 - c. Pelestarian bunga *Rafflesia* di Taman Nasional Bengkulu.
 - d. Pelestarian terumbu karang di Bunaken.
2. Pelestarian *ek situ*, yaitu suatu upaya pelestarian yang dilakukan dengan memindahkan ke tempat lain yang lebih cocok bagi perkembangan kehidupannya. Contohnya sebagai berikut.
 - a. Kebun Raya dan Kebun Koleksi untuk menyeleksi berbagai tumbuhan langka dalam rangka melestarikan plasma nutfah.
 - b. Penangkaran jalak bali di kebun binatang Wonokromo.

F.

Kebun Tanaman Obat Keluarga

Salah satu cara untuk ikut melestarikan keanekaragaman hayati secara nyata dan untuk pemenuhan kebutuhan dapur dan tanaman obat maka kita dapat membuat kebun tanaman obat, baik di sekolah ataupun di rumah kita sendiri. Dengan menggalakkan kebun tanaman obat ini, diharapkan tidak akan terjadi kelangkaan tanaman obat akibat kecenderungan mengkonsumsi obat-obatan kimia dan meninggalkan fungsi tanaman obat-obatan tradisional bagi kesehatan kita.

Klasifikasi merupakan suatu cara untuk mengelompokkan makhluk hidup. Dalam pengelompokan makhluk hidup diperlukan aturan, yaitu dasar yang digunakan untuk mengelompokkan, seperti persamaan dan perbedaan ciri-ciri serta sifat makhluk hidup, yang meliputi ciri morfologis, anatomis, biokimia, dan reproduksinya. Pengelompokan makhluk hidup yang sudah menggunakan aturan tertentu ini disebut sistematika.

Tujuan: mengenal jenis-jenis tanaman yang bermanfaat sebagai obat.

Kompetensi sains

- Membuat kebun tanaman obat dengan prosedur penanaman dan perawatan yang benar.
- Mengetahui nama ilmiah berbagai tanaman obat dan manfaatnya dari literatur yang sesuai.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 5 orang.

1. Dengan bimbingan guru, buatlah kebun tanaman obat di lingkungan sekolahmu.
2. Bawalah enam atau lebih jenis tanaman obat, misalkan jahe, kencur, temulawak, kunci, temu ireng, sirih ataupun yang lainnya. Sediakan juga pupuk dan cangkul.
3. Carilah literatur mengenai manfaat dari masing-masing tanaman obat yang kalian bawa.
4. Tanamlah tanaman obat yang telah dibawa tersebut pada lahan yang tersedia, jika tidak ada lahan maka gunakan pot untuk tempat penanaman. Berikan pupuk agar tanaman tersebut tumbuh dengan subur.
5. Berikan identitas pada tanaman yang telah ditanam tersebut dengan menggunakan nama ilmiah dan bahasa Indonesia.
6. Bersama-sama kelompokmu, rawatlah tanaman yang telah ditanam tersebut. Buatlah jadwal piket untuk keperluan itu.

G.

Klasifikasi Makhluk Hidup

Makhluk hidup yang mempunyai ciri dan sifat yang sama dimasukkan ke dalam satu kelompok, dan bila dalam persamaan ditemukan perbedaan ciri dan sifat, maka dipisahkan lagi ke dalam kelompok lain yang lebih kecil, sehingga dalam kegiatan klasifikasi akan diperoleh kelompok-kelompok makhluk hidup dengan jenjang yang berbeda. Pengelompokan hasil klasifikasi pada tingkat-tingkat yang berbeda atau pada takson yang berbeda disebut taksonomi. Semakin tinggi jenjangnya semakin banyak anggotanya, tetapi persamaan sifat yang dimiliki anggotanya semakin sedikit.

Info Biologi

Aristoteles (384-322 SM), adalah seorang filsuf dan ilmuwan yang lahir dari rahim seorang istri ahli fisika kerajaan. Di umur 17 tahun dia menjadi murid di Akademi milik Plato. Dia tinggal selama 20 tahun, sebagai murid dan guru. Dari dialah asal mula ilmu zoologi dan sistem klasifikasi makhluk hidup.

1. Tujuan dan manfaat klasifikasi

Klasifikasi dapat berfungsi sebagai alat untuk mempelajari keanekaragaman hayati.

Tujuan dari klasifikasi adalah sebagai berikut.

- a. menyederhanakan objek studi agar mudah dipelajari;
- b. mendeskripsikan ciri-ciri makhluk hidup untuk membedakan tiap-tiap jenis;

- c. mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-cirinya;
- d. mengetahui hubungan kekerabatan dan sejarah evolusinya.

Adanya klasifikasi makhluk hidup mempunyai manfaat sangat besar yang langsung dapat dirasakan manusia, yaitu sebagai berikut:

- a. Pengklasifikasian melalui pengelompokkan dapat memudahkan dalam mempelajari organisme yang beraneka ragam.
- b. Klasifikasi dapat digunakan untuk melihat hubungan tingkat kekerabatan antara organisme satu dengan lainnya.

2. Tahapan klasifikasi

Untuk mengklasifikasikan makhluk hidup harus melalui serangkaian tahapan. Tahapan tersebut antara lain sebagai berikut.

a. Pengamatan sifat makhluk hidup

Pengamatan merupakan proses awal klasifikasi, yang dilakukan dalam proses ini adalah melakukan identifikasi makhluk hidup satu dengan makhluk hidup yang lainnya. Mengamati dan mengelompokkan berdasarkan tingkah laku, bentuk morfologi, anatomi, dan fisiologi.

b. Pengelompokkan makhluk hidup berdasarkan pada ciri yang diamati

Hasil pengamatan kemudian diteruskan ke tingkat pengelompokkan makhluk hidup. Dasar pengelompokkannya adalah ciri dan sifat atau persamaan dan perbedaan makhluk hidup yang diamati.

c. Pemberian nama makhluk hidup

Pemberian nama makhluk hidup merupakan hal yang penting dalam klasifikasi. Ada berbagai sistem penamaan makhluk hidup, antara lain pemberian nama dengan sistem tata nama ganda (*binomial nomenclature*). Dengan adanya nama makhluk hidup maka ciri dan sifat makhluk hidup akan lebih mudah dipahami.



■ Gambar 2.9
Aristoteles

Sumber : www.flu.cas.cz

3. Sistem klasifikasi

Berdasarkan kriteria yang digunakan, sistem klasifikasi makhluk hidup dibedakan menjadi tiga, yaitu sistem buatan, sistem alami, dan sistem filogenik.

a. Sistem buatan

Sistem klasifikasi buatan mengutamakan tujuan praktis dalam ikhtisar dunia makhluk hidup. Klasifikasi buatan diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus (1707-1778). Dasar klasifikasi adalah ciri morfologi, alat reproduksi, habitat dan penampakan makhluk hidup (bentuk dan ukurannya). Misalnya, pada klasifikasi tumbuhan ada pohon, semak, perdu, dan gulma. Berdasarkan tempat hidup, dapat dikelompokkan hewan yang hidup di air dan hewan yang hidup di darat. Berdasarkan kegunaannya, misalnya makhluk hidup yang digunakan sebagai bahan pangan, sandang, papan dan obat-obatan.

Info Biologi

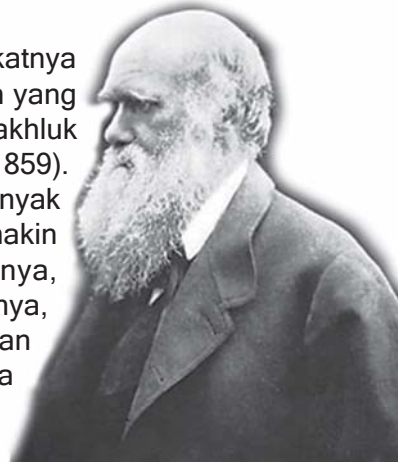
Carolus Linnaeus, seorang ilmuwan Swedia lahir di kota kecil bernama Smaland. Ayahnya seorang menteri yang sangat menyukai tanaman dan memiliki kebun yang luas. Carolus kecil mendapat pengetahuan botani dari ayahnya.

b. Sistem alami

Klasifikasi makhluk hidup yang menggunakan sistem alami menghendaki terbentuknya takson yang alami. Klasifikasi ini dikemukakan oleh Aristoteles pada tahun 350 SM. Klasifikasi ini didasarkan pada sistem alami, artinya suatu pengelompokan yang didasarkan pada ciri morfologi/bentuk tubuh alami, sehingga terbentuk takson-takson yang alami, misalnya hewan berkaki empat, hewan bersirip, hewan tidak berkaki, dan sebagainya. Pada tumbuhan misalnya tumbuhan berdaun menyirip, tumbuhan berdaun seperti pita, dan sebagainya.

c. Sistem filogenik

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara takson yang satu dan yang lainnya sekaligus mencerminkan perkembangan makhluk hidup (filogenik), diperkenalkan oleh Charles Darwin (1859). Makin dekat hubungan kekerabatan maka makin banyak persamaan morfologi dan anatomi antar takson. Semakin sedikit persamaan maka makin besar perbedaannya, berarti makin jauh hubungan kekerabatannya. Misalnya, gorila lebih dekat kekerabatannya dengan orangutan dibandingkan dengan manusia. Hal itu didasarkan pada tes biokimia setelah ilmu pengetahuan berkembang pesat, terutama ilmu pengetahuan tentang kromosom, DNA, dan susunan protein organisme.



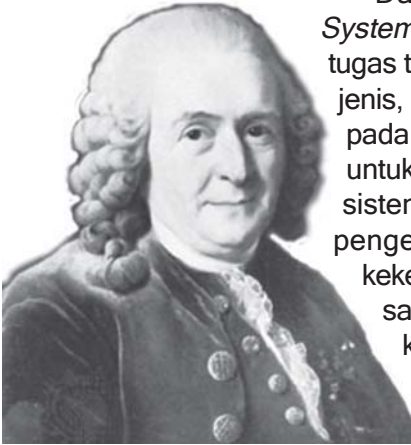
Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 2.10
Charles Darwin

4. Takson dalam sistem klasifikasi

Makhluk hidup yang ada di bumi ini banyak sekali jumlahnya dan selain itu sangat beraneka ragam pula jenisnya. Sejak manusia lahir di bumi ini telah sadar akan adanya dua fenomena itu, dan semenjak

itu pula manusia telah berusaha untuk memahami kedua gejala itu dan mengungkapkan makna yang terkandung di dalamnya. Kesadaran dan usaha itulah yang akhirnya melahirkan cabang ilmu hayat yang sekarang disebut ilmu taksonomi. Bergantung pada makhluk hidup yang akan dipelajari. Kita menamakan taksonomi hewan bila yang dijadikan objek studi adalah hewan, dan taksonomi tumbuhan bila yang dijadikan objek studi adalah tumbuhan.



Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 2.11

Carolus Linnaeus seorang ilmuwan Swedia yang memperkenalkan sistem klasifikasi buatan.

Dalam bukunya yang berjudul *Handbuch Der Systematischer Botanik*, Wettstein mengemukakan, bahwa tugas taksonomi tumbuhan adalah "Pengenalan (Identifikasi) jenis, baik yang ada di masa sekarang ataupun yang hidup pada masa perkembangan bumi yang telah silam, dan upaya untuk menggolongkan (mengklasifikasikan) ke dalam satu sistem yang di satu pihak sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dengan memberikan gambaran hubungan kekerabatan dalam sejarah perkembangan antara tumbuhan satu dan yang lainnya, serta di lain pihak dapat memenuhi kebutuhan yang praktis berupa ikhtisar ringkas dunia tumbuhan".

Betapapun panjangnya rumusan yang diberikan, namun tetap menjelaskan apa yang dimaksud dengan taksonomi tumbuhan. Akan tetapi, bila diperhatikan dengan saksama, sebenarnya unsur utama yang menjadi lingkup taksonomi tumbuhan adalah pengenalan (identifikasi) yang di dalamnya tercakup pemberian nama (klasifikasi).

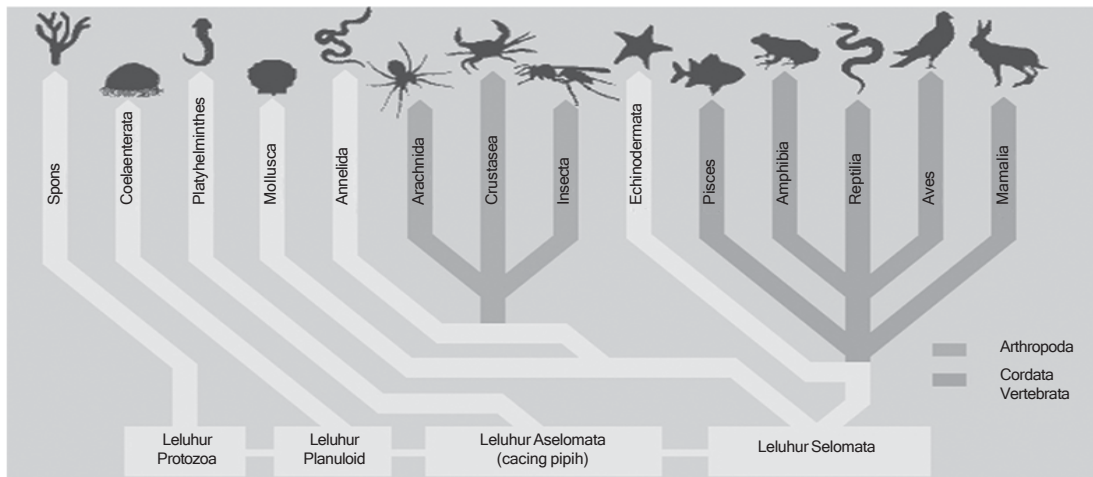
Info Biologi

Charles Darwin (1809-1882) adalah ilmuwan Inggris yang lahir di Shrewsbury, Shropshire Inggris pada 12 Februari 1809. Ia merupakan anak ke-5 dari keluarga Inggris yang kaya dan ternama. Pada umur 22 tahun ia berlayar dengan kapal HMS Beagle untuk ekspedisi. Sepulangnya dari ekspedisi ia mengemukakan teori seleksi alamiah yang menjadi landasan bagi ilmu evolusi modern

Kata taksonomi sendiri berasal dari bahasa Yunani, yaitu taxis (susunan, penyusunan, penataan) atau taxon (setiap unit yang digunakan dalam klasifikasi objek biologi) dan nomos (hukum). Istilah taksonomi diperkenalkan oleh seorang ahli taksonomi tumbuhan berkebangsaan Prancis pada tahun 1813, untuk teori klasifikasi tumbuhan, sehingga tidak mengherankan bila ada ahli biologi yang memberikan interpretasi taksonomi sebagai teori dan praktek tentang pengklasifikasian makhluk hidup.

Pada waktu sekarang, kegiatan klasifikasi ini dirasakan sebagai sesuatu yang imperatif, yang tidak boleh tidak harus dilakukan dalam bidang ilmu manapun, apabila bidang ilmu yang bersangkutan menghadapi objek studi seperti yang dihadapi taksonomi tumbuhan. Itulah sebabnya kita mengenal pula taksonomi hewan, dan bila dalam kimia organik kita

harus mempelajari bahan-bahan organik yang demikian besar pula jumlah, macam dan ragamnya, penanganannya pun dengan menggunakan pengklasifikasian bahan-bahan organik itu.



Gambar 2.12
Klasifikasi hewan

Sumber : Microsoft Encarta 2006

Klasifikasi yang bertujuan untuk menyederhanakan objek studi itu pada hakekatnya tidak lain adalah mencari keseragaman dari keanekaragaman. Betapapun besar keanekaragaman yang diperlihatkan oleh suatu populasi, pastilah dapat ditemukan diantara warga populasi itu kesamaan ciri-ciri atau sifat-sifat tertentu, entah berapa besar atau banyaknya kesamaan-kesamaan itu. Kesamaan atau keseragaman itulah yang dijadikan dasar dalam mengadakan klasifikasi. Jelas, bahwa dengan demikian warga suatu unit atau takson mempunyai sejumlah kesamaan-kesamaan sifat. Takson yang warganya menunjukkan kesamaan sifat yang banyak tentulah takson yang lebih kecil daripada suatu takson yang warganya menunjukkan kesamaan yang lebih sedikit. Dengan demikian dari keseluruhan tumbuhan yang ada di bumi ini dapat kita susun takson-takson besar dan kecil, yang dapat ditata menurut suatu hierarki, misalnya berturut-turut dari yang paling besar ke yang paling kecil atau sebaliknya.

Bila suatu tumbuhan tunggal disebut sebagai analog, seperti yang diterapkan pada manusia sebagai suatu individu (individu) dan seluruh tumbuhan yang ada di bumi ini disebut sebagai dunia atau kerajaan (regnum) tumbuhan, selanjutnya individu serta istilah dunia (regnum) kita gunakan untuk menyebut berturut-turut takson yang paling kecil sampai yang paling besar. Sesuai dengan kesepakatan internasional, berturut-turut dari yang besar ke yang kecil dapat kita tuliskan sebagai berikut.

Dunia	=	Regnum
Anak dunia	=	Subregnum
Divisi	=	Divisio
Anak divisi	=	Subdivisio
Kelas	=	Classis
Anak kelas	=	Subclassis
Bangsa	=	Ordo
Anak bangsa	=	Subordo
Suku	=	Familia
Anak suku	=	Subfamilia
Rumpun	=	Tribus
Anak rumpun	=	Subtribus
Marga	=	Genus

Anak marga	=	Subgenus
Seksi	=	Sectio
Anak seksi	=	Subsectio
Seri	=	Series
Anak seri	=	Subseries
Jenis	=	Species
Anak jenis	=	Subspecies
Varietas	=	Varietas
Anak Varietas	=	Subvarietas
Bentuk	=	Forma
Anak bentuk	=	Subforma
Individu	=	Individuum

Jika kita mengambil takson atau kelompok utamanya saja maka tiap kingdom/regnum dibagi menjadi golongan yang lebih kecil, yaitu *Divisio* untuk tumbuhan, sedangkan *Phyllum* untuk hewan. Tiap divisi atau filum dibagi lagi dalam *classis*. Tiap classis dibagi lagi menjadi *ordo*, *ordo* dibagi menjadi beberapa *familia* dan *familia* dibagi menjadi genus, genus dibagi menjadi spesies atau jenis.

Contoh klasifikasi pada manusia dari takson *Kingdom* sampai dengan *Species* dapat ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Takson	Nama Indonesia	Klasifikasi manusia
Domain	Domain	Eukariota
Kingdom	Dunia/kerajaan	Animalia
Phyllum	Filum	Chordata
Classis	Kelas	Mammalia
Ordo	Bangsa	Primata
Familia	Suku	Homonidae
Genus	Marga	Homo
Species	Jenis/spesies	Homo sapiens

Kingdom animalia meliputi semua jenis hewan. Filum chordata, meliputi hewan yang bertulang belakang, kelas mamalia meliputi hewan bertulang belakang yang mempunyai rambut dan kelenjar susu. Ordo primata meliputi mamalia yang mempunyai anggota tubuh berupa tangan untuk menggenggam dan kaki untuk berjalan. Famili hominidae meliputi kera, manusia primitif dan

manusia modern. Genus homo meliputi hanya manusia primitif dan manusia modern, sedangkan untuk spesies sapiens hanya untuk manusia modern.

Sejak tahun 1978 sistem klasifikasi mengenal tingkatan takson baru yang terletak di atas Kingdom atau Regnum, yaitu tingkatan Domain. Makhluk hidup dikelompokkan menjadi 3 domain, yaitu Archaea (Eubacteria), Bacteria dan Eukarya. Sistem klasifikasi tiga Domain didasarkan atas urutan basa dalam RNA, sistem ini memberi penekanan lebih pada pemisahan evolusioner awal antara bakteri dan arkhae dengan cara menggunakan suatu takson superkingdom yang disebut dengan Domain. Sistem ini menekankan keanekaragaman biologis diantara protista.

Domain Archaea (Eubacteria) terdiri atas satu kingdom Archaea dengan 2 filum, memiliki ciri-ciri dalam garis evolusi yang lebih dekat dengan Eukariota. Domain bacteria tersusun atas satu Kingdom bacteria dengan 23 filum. Domain eukarya terdiri atas semua kingdom organisme eukariota, yang terdiri atas empat kingdom, yaitu Animalia, Plantae, Fungi, dan Protista.

Ingatlah

Klasifikasi bertujuan untuk menyederhanakan objek studi yang pada hakekatnya tidak lain adalah mencari keseragaman dari keanekaragaman.

5. Sistem tata nama ganda (*binomial nomenclature*)

Sebelum digunakan nama baku yang diakui dalam dunia ilmu pengetahuan, makhluk hidup diberi nama sesuai dengan nama daerah masing-masing, sehingga terjadi lebih dari satu nama untuk menyebut satu makhluk hidup. Misalnya, mangga ada yang menyebut poah, ada yang menyebut pauh, dan ada pula yang menyebut pelem. Nama pisang, di daerah jawa tengah disebut dengan gedang, sedangkan di daerah Sunda gedang berarti pepaya. Karena adanya perbedaan penyebutan ini maka akan mengakibatkan salah pengertian sehingga informasi tidak tersampaikan dengan tepat atau pun informasi tidak dapat tersebar luas ke daerah-daerah lain atau pun negara lain.

Carollus Linnaeus seorang sarjana kedokteran dan ahli botani dari Swedia berhasil membuat sistem klasifikasi makhluk hidup. Untuk menyebut nama makhluk hidup, C. Linnaeus menggunakan sistem tata nama ganda, yang aturannya sebagai berikut.

a. Untuk menulis nama *Species* (jenis)

- 1) Terdiri dari dua kata, dalam bahasa latin.
- 2) Kata pertama menunjukkan nama genus dan kata kedua merupakan penunjuk spesies.
- 3) Cara penulisan kata pertama diawali dengan huruf besar, sedangkan nama penunjuk spesies dengan huruf kecil.

Ingatlah

Betapa pun besar keanekaragaman yang diperlihatkan oleh suatu populasi, pasti dapat ditemukan persamaan ciri-ciri

- 4) Apabila ditulis dengan cetak tegak maka harus digarisbawahi secara terpisah antarkata, sedangkan jika ditulis dengan cetak miring maka tidak digarisbawahi. Contohnya: nama jenis tumbuhan Oryza sativa atau dapat juga ditulis *Oryza sativa* (padi) dan Zea mays dapat juga ditulis *Zea mays* (jagung).
- 5) Apabila nama spesies tumbuhan terdiri lebih dari dua kata maka kata kedua dan seterusnya harus disatukan atau ditulis dengan tanda penghubung. Misalnya, nama bunga sepatu, yaitu Hibiscus rosasinensis ditulis Hibiscus rosa-sinensis. Sedangkan jenis hewan yang terdiri atas tiga suku kata seperti Felis manuculata domestica (kucing jinak) tidak dirangkai dengan tanda penghubung. Penulisan untuk varietas ditulis seperti berikut ini yaitu, Hibiscus sabdarifa varalba (rosella varietas putih).
- 6) Apabila nama jenis tersebut untuk mengenang jasa orang yang menemukannya maka nama penemu dapat dicantumkan pada kata kedua dengan menambah huruf (i) di belakangnya. Contohnya antara lain tanaman pinus yang diketemukan oleh Merkus, nama tanaman tersebut menjadi *Pinus merkusii*.

b. Untuk menulis Genus (marga)

Nama genus tumbuhan maupun hewan terdiri atas satu kata tunggal yang dapat diambil dari kata apa saja, dapat dari nama hewan, tumbuhan, zat kandungan dan sebagainya yang merupakan karakteristik organisme tersebut. Huruf pertamanya ditulis dengan huruf besar, contoh genus pada tumbuhan, yaitu *Solanum* (terung-terungan), genus pada hewan, misalkan *Canis* (anjing), *Felis* (kucing).

c. Untuk menulis nama Familia (suku)

Nama familia diambil dari nama genus organisme bersangkutan ditambah akhiran *-aceae* untuk organisme tumbuhan, sedangkan untuk hewan diberi akhiran *-idea*. Contoh nama familia untuk terung-terungan adalah *Solanaceae*, sedangkan contoh untuk familia anjing adalah *Canidae*.

d. Untuk menulis nama Ordo (bangsa)

Nama ordo diambil dari nama genus ditambah akhiran *-ales*, contoh ordo *Zingiberales* berasal dari genus *Zingiber* + akhiran *-ales*.

e. Untuk menulis nama Classis (kelas)

Nama classis diambil dari nama genus ditambah dengan akhiran *-nae*, contoh untuk genus *Equisetum* maka classisnya menjadi *Equisetinae*. Ataupun juga dapat diambil dari ciri khas organisme tersebut, misal *Chlorophyta* (ganggang hijau), *Mycotina* (jamur).

6. Klasifikasi alternatif

Dengan kemajuan teknologi dan perkembangan ilmu pengetahuan, para ahli mengembangkan beberapa sistem klasifikasi makhluk hidup. Para ahli membagi makhluk hidup menjadi beberapa sistem kingdom, yaitu sebagai berikut.

a. Sistem dua kingdom

Sistem ini membagi makhluk hidup menjadi dua dunia, yaitu dunia hewan dan dunia tumbuhan. Dasar klasifikasi ini adalah ciri dan sifat tumbuhan yang mempunyai dinding sel keras seperti selulosa dan hewan yang mempunyai sifat dapat bergerak aktif, dan berpindah tempat.

b. Sistem tiga kingdom

Sistem ini mengelompokkan organisme menjadi tiga dunia, yaitu Plantae, Animalia dan Fungi. Sistem ini didasarkan pada cara memperoleh nutrisi. Plantae (tumbuhan) merupakan organisme yang dapat melakukan fotosintesis sehingga dapat memenuhi kebutuhan makan diri sendiri maka disebut organisme autotrop. Animalia sebagai fagotrop, yaitu organisme heterotrop yang menelan makanan berbentuk padat dan menggunakan senyawa organik sebagai sumber energinya. Fungi merupakan organisme heterotrofik dan saprofitik yang memperoleh nutrisi dari organisme yang telah mati. Bila fungi mengambil nutrisi dengan cara mengambil dari organisme hidup lain maka disebut parasitik.

c. Sistem empat kingdom

Sistem ini mengelompokkan organisme menjadi empat dunia, yaitu Plantae, Animalia, Fungi, dan Prokariotik. Prokariotik adalah organisme yang mempunyai inti, tetapi intinya tidak memiliki membran inti.

d. Sistem lima kingdom

R.H. Whittaker mengelompokkan organisme menjadi lima dunia berdasarkan tingkat organisme, kondisi inti sel, dan nutrisinya. Kelima dunia tersebut adalah sebagai berikut.

1) Kingdom Monera

Monera meliputi makhluk hidup yang sangat sederhana. Termasuk ke dalam kingdom ini adalah bakteri dan alga biru (Cyanophyta). Monera bersifat prokariotik, sel-selnya mempunyai nukleus atau inti sel yang tidak bermembran. Sel-selnya membelah secara sederhana, yaitu dengan amitosis. Kromosomnya tunggal dan berbentuk melingkar. Klorofil tersebar dan tidak terlindung oleh membran.

2) Kingdom Protista

Termasuk ke dalam kingdom ini adalah organisme yang bersel tunggal bersifat eukariotik. Eukariotik berarti inti sel-selnya telah bermembran, meliputi protozoa dan alga. Sistem klasifikasi ini dirintis oleh Ernst Haeckel (1834-1919)

3) Kingdom Mycota

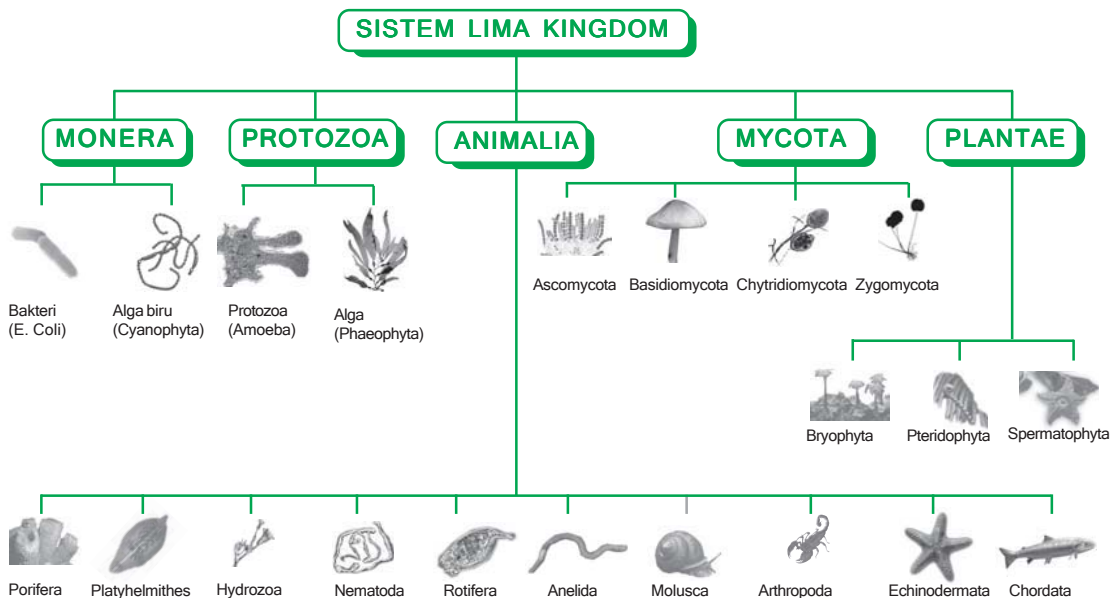
Kingdom ini meliputi makhluk hidup yang tidak mempunyai klorofil, sehingga tidak dapat mensintesa makanan sendiri atau bersifat heterotrop, ada yang bersifat parasit, ada juga yang bersifat saprofit. Termasuk di dalamnya adalah berbagai jamur, seperti jamur merang, jamur kuping dan jamur oncom.

4) Kingdom Plantae

Kingdom ini meliputi makhluk hidup yang mampu melakukan fotosintesis, yaitu makhluk hidup yang mempunyai klorofil, sehingga dapat hidup tanpa mengambil energi dari organisme lain. Makhluk itu disebut organisme autotrop. Termasuk di dalamnya adalah Bryophyta, Pteridophyta, dan Spermatophyta.

5) Kingdom Animalia

Kingdom ini meliputi makhluk hidup eukariotik bersel banyak, bersifat heterotrop, meliputi Porifera, Platyhelminthes, Hydrozoa, Nematoda, Rotifera, Annelida, Molusca, Arthropoda, Echinodermata dan Chordata.



■ Gambar 2.13

Sistem klasifikasi makhluk hidup dengan sistem lima Kingdom

Sumber : Micosoft Encarta 2006

e. Sistem enam kingdom

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong ilmuwan untuk selalu mengembangkan hasil penelitian termasuk pengelompokan makhluk hidup menjadi enam kingdom. Sistem pengelompokan enam kingdom adalah *Archaea (Eubacteria)*, *Bacteria*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae*, dan *Animalia*. Kingdom *Archea* dan *Bacteria* mempunyai ciri-ciri antara lain, prokariotik, bahan genetik (DNA) tidak berstruktur dalam bentuk nukleus, DNA terdapat pada *nuclear area* (nukleoid), tidak mempunyai organel (organel tidak bermembran), umumnya lebih kecil dari sel eukariotik, kecuali bakteri *Epulofosculum fishelsoni* ($650\mu\text{m} = 0,65\text{mm}$) dan *Thiomargarita namibiensis* ($800\mu\text{m} = 0,80\text{ mm}$).

7. Klasifikasi tumbuhan

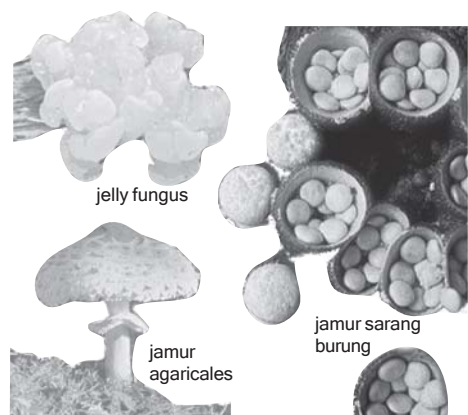
Dunia tumbuhan dikelompokkan menjadi Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta dan Spermatophyta. Berikut akan dijelaskan masing-masing kelompok tumbuhan tersebut dari yang paling rendah tingkatannya (Thallophyta) sampai dengan tumbuhan yang paling tinggi tingkatannya (Spermatophyta). Dilihat dari ciri-ciri karakteristik morfologi, dunia tumbuhan dikelompokkan sebagai berikut.

a. Thallophyta

Thallophyta merupakan tumbuhan yang paling sederhana tingkatannya dibandingkan dengan kelompok tumbuhan yang lain. Thallophyta adalah tumbuhan bertalus, artinya tumbuhan tersebut belum memiliki organ tubuh yang jelas, seperti akar, batang, dan daun. Untuk melestarikan kehidupannya, tumbuhan ini mempunyai tubuh yang sederhana tetapi memiliki fungsi yang sama dengan organ tubuh tanaman pada umumnya.

b. Fungi (jamur)

Berdasarkan struktur tubuhnya, jamur digolongkan ke dalam tumbuhan tingkat rendah (Thallophyta), tetapi jika dilihat dari ada tidaknya klorofil maka jamur dikelompokkan tersendiri, tidak dijadikan satu kelompok dengan tumbuhan yang lain. Jamur tidak mempunyai klorofil maka tidak dapat mensintesa sendiri makanan yang diperlukan. Mereka mengambil dari sisa-sisa organisme dan mencernanya dengan cara enzimatik. Karena suhu dan kelembaban yang tinggi maka di Indonesia ditemukan banyak sekali jamur dari berbagai jenis.



■ Gambar 2.14
Berbagai jenis jamur

Sumber : Microsoft Encarta 2006

Jamur dikelompokkan menjadi beberapa golongan, yaitu.

- 1) Oomycotina (contoh: *Pithium sp*, *Phytophthora sp*),
- 2) Zygomycotina (contoh *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus nigricans*),
- 3) Ascomycotina (contoh: *Saccharomyces crevice*, *Penicillium notatum*),
- 4) Basidiomycotina (contoh: *Volvariella volvacea*, *Puccinia graminis*),
- 5) Deuteromycotina (contoh *Chladosporium sp*, *Curvularia sp*).

c. Lumut kerak (Lichenes)



■ Gambar 2.15
Lichenes

Sumber : Microsoft Encarta 2006

Lumut kerak merupakan simbiosis antara alga hijau (Cyanophyta) dengan jamur dari kelompok Ascomycotina atau Basidiomycotina. Di Indonesia lumut kerak tersebar luas lebih dari 1.000 jenis yang diketahui dari sekitar 2.500 jenis yang ada. Biasanya tanaman simbiosis ini hidup menempel pada kulit batang tanaman, dan dapat hidup di tempat lembap, karena alga memerlukan air untuk fotosintesis.

d. Tumbuhan lumut (Bryophyta)

Tumbuhan lumut susunan tubuhnya lebih kompleks dibanding dengan Thallophyta. Dalam daur hidupnya terdapat pergantian keturunan (metagenesis) antara turunan vegetatif dengan turunan generatif. Gametofit lebih menonjol dibanding sporofit. Gametofit merupakan turunan vegetatif yang melekat pada substrat dengan menggunakan rizoid. Sporofit merupakan turunan vegetatif berupa badan penghasil spora (sporangium). Sporofit itu tumbuh pada gametosit bersifat parasit. Habitatnya di daratan yang lembab, ada pula yang hidup sebagai epifit. Tubuhnya tidak memiliki berkas pembuluh (vaskular seperti pembuluh xilem dan floem). Berdasarkan struktur tubuhnya dibedakan atas lumut hati (Hepaticae) dan lumut daun (Musci).

e. Tumbuhan paku-pakuan (Pteridophyta)

Tumbuhan paku-pakuan sudah memiliki akar, batang dan daun, sehingga tingkatannya lebih tinggi dibanding tumbuhan lumut. Pada batang sudah terdapat jaringan pengangkut xilem dan floem yang teratur. Seperti halnya lumut, tanaman ini dalam reproduksinya mengalami metagenesis, turunan gametofit dan sporofitnya bergantian. Sporofit yang bersifat autotrop merupakan tumbuhan yang sempurna, sehingga mempunyai usia yang relatif panjang dibandingkan dengan gametofitnya. Generasi gametofitnya berupa protalium, merupakan tumbuhan yang tidak sempurna walaupun

bersifat autotrop. Oleh karena itu, usianya relatif pendek. Ciri morfologis yang tampak adalah ujung daun yang masih muda terlihat menggulung. Embryonya berkutub dua (bipolar), sedangkan tumbuhan dewasanya berkutub satu (monopolar).

Tumbuhan paku-pakuan dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan yang lembap dan ada beberapa jenis paku-pakuan yang dapat hidup di dalam air.

f Spermatophyta

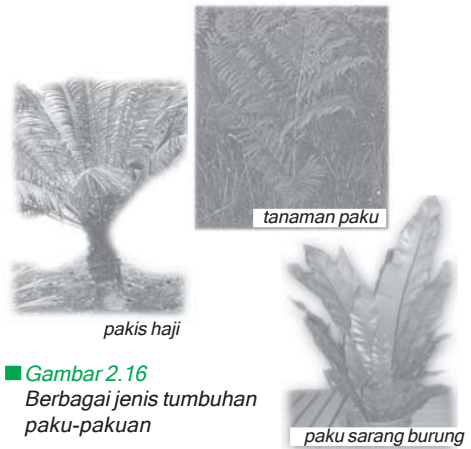
Dilihat dari struktur tubuhnya, anggota Spermatophyta merupakan tumbuhan tingkat tinggi. Organ tubuhnya lengkap dan sempurna, sudah terlihat adanya perbedaan antara akar, batang dan daun yang jelas atau sering disebut dengan tumbuhan berkormus (Kormophyta). Sporofit merupakan tanaman yang utama, sedangkan gametofitnya merupakan bagian tanaman yang nantinya akan mereduksi. Tumbuhan yang menjadi anggota Spermatophyta menggunakan biji sebagai alat reproduksi, melalui fertilisasi antara spermatozoid yang dibentuk dalam kepala sari dengan ovum dalam kandung lembaga. Hasil fertilisasi akan disimpan dalam biji yang dilindungi oleh kulit biji dan akan disuplai nutrisi dari endosperm (cadangan makanan).

Berdasarkan kondisi bijinya, Spermatophyta digolongkan menjadi tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae) dan tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae)

1) Gymnospermae

Ciri morfologi tumbuhan ini adalah berakar tunggang, daun sempit, tebal dan kaku, biji terdapat dalam daun buah (makrosporofil) dan serbuk sari terdapat dalam bagian yang lain (mikrosporofil), daun buah penghasil dan badan penghasil serbuk sari terpisah dan masing-masing disebut dengan strobillus.

Ciri-ciri anatominya memiliki akar dan batang yang berkambium, akar mempunyai kaliptra, batang tua dan batang muda tidak mempunyai floeterma atau sarung tepung, yaitu endodermis yang



■ **Gambar 2.16**
Berbagai jenis tumbuhan paku-pakuan

Sumber : Microsoft Encarta 2006



■ **Gambar 2.17**
Berbagai jenis tumbuhan spermatophyta

Sumber : Microsoft Encarta 2006

mengandung zat tepung. Pembuahan tunggal dan selang waktu antara penyerbukan dengan pembuahan relatif lama. Berkas pembuluh angkut belum berfungsi secara sempurna berupa trakeid.

Yang termasuk golongan ini adalah *Cycas rumphii* (pakis haji), *Ginkgo opsida* (ginkgo).

2) Angiospermae

Tanaman angiospermae mempunyai ciri-ciri morfologi sebagai berikut mempunyai bunga yang sesungguhnya, bentuk daun pipih dan lebar dengan susunan daun yang bervariasi, bakal biji tidak tampak terlindung dalam daun buah atau putik, terjadi pembuahan ganda, pembentukan embrio dan endosperm berlangsung dalam waktu yang hampir bersamaan.

Angiospermae dibedakan menjadi dua kelas berdasarkan keping biji (kotiledon), adalah sebagai berikut.

- a) Monokotiledon, yaitu tumbuhan yang mempunyai keping biji tunggal. Contohnya kelapa (*Cocos nucifera*), melinjo (*Gnetum gnemon*).
- b) Dikotiledon, yaitu tumbuhan yang mempunyai keping biji dua. Contohnya petai (*Parkia speciosa*), cabe rawit (*Capsicum frutescens*).

Tabel perbedaan morfologi dan anatomi monokotiledon dengan dikotiledon.

Pembeda	Monokotiledon	Dikotiledon
Kotiledon	Satu buah	Dua buah
Sistem perakaran	Serabut	Tunggang
Kambium	Tidak berkambium	Berkambium
Tulang daun	Sejajar/melengkung	Menyirip/menjari
Jumlah bagian bunga	Kelipatan tiga	Kelipatan empat/lima
Keadaan biji setelah berkecambah	Tetap utuh	Terbelah dua
Kaliptra	Punya kaliptrogen	Tidak punya kaliptrogen

8. Determinasi atau identifikasi

Selain mengadakan klasifikasi, tugas utama taksonomi lainnya yang penting ialah pengenalan atau identifikasi. Melakukan identifikasi tumbuhan berarti mengungkapkan atau menetapkan identifikasi ("jati

diri") suatu tumbuhan, yang dalam hal ini tidak lain adalah menentukan namanya yang benar dan tempatnya yang tepat dalam sistem klasifikasi. Untuk istilah identifikasi sering juga digunakan istilah determinasi yang diambil dari bahasa Belanda, yaitu *determinatie* yang artinya penentuan.

Siapa pun yang menghadapi benda yang tidak ia kenal, pertama-tama yang ditanyakan tentulah "Benda apakah ini?" Demikian pula setiap orang yang tidak peduli apakah ia seorang pakar ilmu tumbuhan ataukah ia orang awam, menghadapi suatu tumbuhan yang tidak ia kenal, pasti yang pertama-tama ia tanyakan adalah "Tumbuhan apakah ini gerangan?" Itu berarti yang ingin ia ketahui terlebih dahulu adalah identitas tumbuhan itu, yang berarti pula bahwa yang pertama-tama dilakukan oleh siapa pun yang tidak atau belum mengenal tumbuhan yang ia hadapi adalah berusaha mengenal atau melakukan identifikasi tumbuhan tadi.

Dari tumbuhan dan hewan yang ada di bumi ini, yang beraneka ragam dan besar jumlahnya itu, tentu ada yang telah kita kenal dan ada pula yang belum kita kenal. Yang kita kenal mungkin juga dikenal orang lain tetapi mungkin juga tidak. Sebaliknya pun dapat terjadi, tumbuhan yang tidak kita kenal itu belum dikenal juga oleh siapa pun, maka belum dikenal pula oleh dunia ilmu pengetahuan.

Untuk menentukan nama jenis atau kelompok organisme yang diteliti, digunakan cara identifikasi dengan menyamakan ciri-ciri yang ada dengan ciri-ciri yang tercantum dalam kunci determinasi. Kunci determinasi berisi sejumlah keterangan yang digunakan untuk menentukan kelompok atau jenis organisme berdasarkan ciri yang dimilikinya. Untuk menentukan nama kelompok famili, genus, dan spesies dapat dilakukan dengan cara mencocokkan objek tersebut dengan ciri-ciri yang tertulis dalam kunci determinasi tersebut.

Tahapan yang dilakukan dalam menggunakan kunci determinasi untuk menentukan nama suatu kelompok makhluk hidup adalah sebagai berikut.

- a. Mengambil objek yang lengkap, jika tumbuhan maka bagian yang diambil harus selengkap mungkin, mulai dari akar, batang, daun, bunga, dan buah serta biji.
- b. Mengamati objek, jika perlu gunakan lup untuk memperbesar objek.
- c. Mencocokkan hasil pengamatan dengan kunci determinasi yang memuat ciri-ciri objek tersebut.
- d. Menentukan nama atau kelompok objek dan menuliskan rumus determinasinya.

Untuk melakukan pencandraan seperti pada urutan kedua di atas, kita memerlukan daftar ciri-ciri yang dipergunakan untuk melakukan pengamatan tersebut, daftar ciri-ciri itu disebut dengan kunci determinasi atau kunci dikotomi. Disebut dikotomi karena daftar tersebut terdiri atas dua pernyataan yang berlawanan.

Untuk membuat kunci dikotomis dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut ini.

- a. Kelompokkan seluruh organisme yang akan diamati.
- b. Gunakan ciri-ciri umum yang ada pada organisme tersebut, sehingga akan dihasilkan dua kelompok organisme yang berbeda ciri-ciri umumnya.
- c. Gunakanlah ciri-ciri atau struktur yang lebih khusus, sehingga dua kelompok tersebut masing-masing terbagi lagi menjadi dua kelompok yang lebih kecil lagi.
- d. Kegiatan pengelompokkan dilanjutkan sampai dihasilkan kelompok yang tidak dapat dibagi-bagi lagi ke dalam kelompok yang lebih kecil, sehingga akan ditemukan nama dari organisme tersebut.

“Contoh kunci dikotomi/determinasi sederhana adalah sebagai berikut.”

1.
 - a. Tumbuhan dengan ciri batangnya termasuk dalam batang tidak sejati atau tidak memiliki alat tubuh yang menyerupai batang ... lumut hati
 - b. Tumbuhan dengan batang sejati atau memiliki alat tubuh yang menyerupai batang2
2.
 - a. Pada batang tidak diketemukan pembuluh ... Lumut daun
 - b. Pada batang terdapat jaringan pembuluh3
3.
 - a. Tumbuhan tidak berbunga4
 - b. Tumbuhan berbunga atau memiliki organ yang berfungsi seperti bunga4
4.
 - a. Pada daun terdapat bintik kuning atau coklat, jika ditekan akan keluar serbuk kecil ... Tumbuhan paku
 - b. Pada daun tidak diketemukan adanya bintik kuning atau coklat5
5.
 - a. Tumbuhan tidak dengan bunga sejati, pada ujung ranting atau ketiak daun terdapat badan berbentuk kerucut yang menghasilkan bakal biji ... Gymnospermae
 - b. Tumbuhan dengan bunga sejati dan tidak mempunyai organ berbentuk kerucut pada ujung atau ketiak daunnya6
6.
 - a. Berakar serabut7
 - b. Berakar tunggang8
7.
 - a. Batang berongga ... Padi
 - b. Batang tidak berongga ... Jagung
8.
 - a. Bunga berbentuk kupu-kupu ... Kacang
 - b. Bunga berbentuk terompet Terung

Dari contoh kunci determinasi sederhana di atas maka dapat ditulis kunci determinasi dari masing-masing spesies, misalkan padi adalah 1b-2b-3b-4b-5b-6a-7a, sedangkan kacang memiliki kunci determinasi 1b-2b-3b-4b-5b-6b-8a.

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengidentifikasi jenis-jenis tanaman dengan kunci determinasi.

Kompetensi sains

- Mengidentifikasi suatu tanaman berdasarkan ciri-ciri morfologi yang dimilikinya.
- Mahir menggunakan kunci determinasi untuk mengidentifikasi jenis tanaman.

Buatlah suatu kelompok yang beranggotakan maksimal 5 orang.

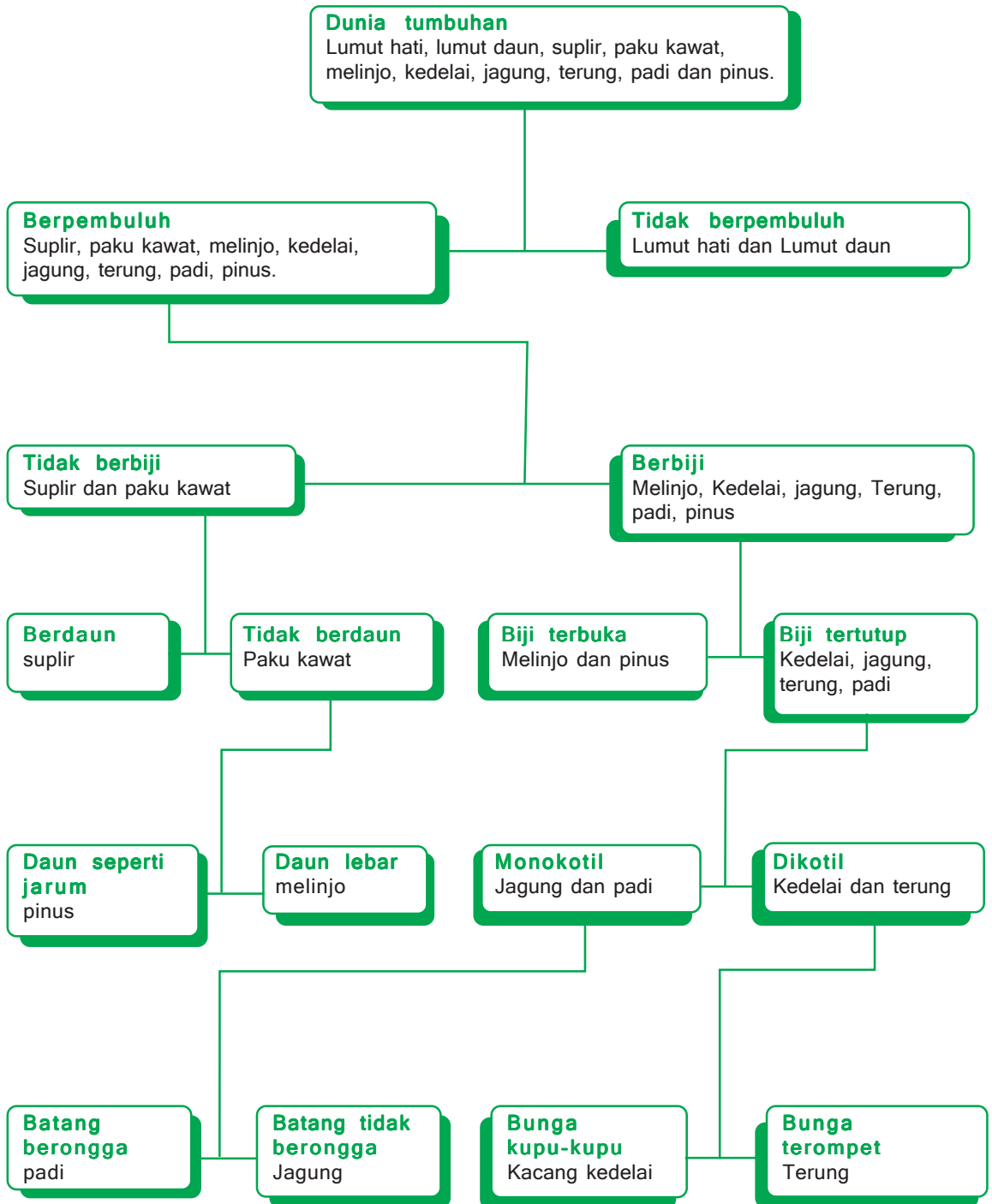
Alat dan Bahan

1. Bawalah sepuluh macam jenis tumbuhan, misalkan padi, jagung, mangga, tebu, mawar, kacang tanah, lumut, jahe, buah pinus beserta daunnya, biji nangka beserta daun dan rantingnya. Usahakan membawa tanaman dengan organ yang lengkap, yaitu akar, batang, bunga, daun, ranting, buah atau umbi, dan biji.
2. Lup
3. Alat tulis-menulis

Cara kerja

1. Dengan menggunakan lup buatlah daftar ciri-ciri bagian dari masing-masing tumbuhan yang dibawa, mengenai bentuk daun, pertulangan daun, kelipatan bunga, ada atau tidaknya kambium pada batang, jenis dari akarnya serabut ataukah tunggang, bentuk buah, jumlah keping bijinya dan lainnya.
2. Lakukan pengelompokan berdasarkan persamaan dan perbedaan sifat yang telah ditemukan, menjadi dua kelompok besar.
3. Masing-masing kelompok tersebut, bagilah kembali menjadi dua kelompok yang lebih kecil sesuai dengan persamaan dan perbedaannya.
4. Lakukan langkah ketiga secara berulang-ulang hingga ditemukan satu tanaman saja pada kelompok terakhir.
5. Buatlah kunci determinasi dari tumbuhan yang telah dibawa tersebut, yang perlu diingat jumlah kelompok besar akan menunjukkan jumlah nomor yang akan digunakan dalam pembuatan kunci determinasi tersebut. Dan masing-masing nomor terbagi menjadi dua, yaitu a dan b, sesuai dengan pembagian masing-masing kelompok menjadi dua bagian yang lebih kecil.

Garis besar pengklasifikasian dari tumbuhan dapat dilihat pada bagan skema berikut ini.



Rangkuman

1. Keanekaragaman makhluk hidup (biodiversitas) yang menunjukkan keseluruhan variasi gen, jenis, dan ekosistem pada suatu daerah, merupakan dasar kehidupan yang ada di Bumi.
2. Keanekaragaman hayati meliputi variasi bentuk, penampilan, jumlah, dan sifat-sifat yang terlihat pada berbagai tingkatan, mulai dari tingkatan gen, spesies hingga ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, para ilmuwan membedakan keanekaragaman hayati menjadi tiga tingkatan, yaitu keanekaragaman gen, keanekaragaman jenis, dan keanekaragaman ekosistem.
3. Keanekaragaman hayati juga dapat dilihat berdasarkan karakteristik wilayahnya dan penyebarannya.
4. Penyebaran hewan di muka bumi menurut Alfred Russel Wallace dapat dikelompokkan menjadi 6 daerah, yaitu Paleatrik, Ethiopia, Oriental, Australia, Neortik, dan Neotropik.
5. Vegetasi adalah tumbuhan yang menutupi suatu daerah tertentu. Persebaran tumbuhan ditentukan oleh faktor geologis, geografis dan curah hujan.
6. Tipe vegetasi berdasarkan ciri-cirinya, yaitu tundra, taiga, hutan gugur, padang rumput, padang rumput, vegetasi gurun, sabana, hutan hujan tropis, hutan bakau, dan hutan lumut.
7. Klasifikasi adalah cara para ilmuwan untuk mengelompokkan makhluk hidup. Dasar untuk mengelompokkan makhluk hidup adalah dengan melihat dari persamaan dan perbedaan ciri-ciri dan sifat makhluk hidup, yang meliputi ciri morfologis, anatomis, biokimia, dan reproduksinya. Pengelompokan makhluk hidup yang sudah menggunakan aturan tertentu disebut sistematika.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Jika kamu seorang ahli klasifikasi dan menemukan organisme yang memiliki ciri-ciri, termasuk organisme multiseluler, tidak dapat berfotosintesis, memperoleh makanan dengan menyerapnya dari lingkungan, terdiri dari sel eukariotik dan memiliki dinding sel. Ke dalam kingdom manakah kamu akan mengklasifikasikan organisme tersebut?
 - a. Kingdom animalia
 - b. Kingdom protista
 - c. Kingdom plantae
 - d. Kingdom monera
 - e. Kingdom fungi

2. Kunci dikotomi, mengklasifikasikan organisme dengan membagi kelompoknya menjadi
 - a. empat kelompok yang lebih kecil
 - b. dua kelompok yang lebih kecil
 - c. tiga kelompok yang lebih kecil
 - d. tiga atau empat kelompok yang lebih kecil
 - e. dua atau lebih kelompok yang lebih kecil
3. Tingkat takson hewan yang terbesar adalah
 - a. Phylum
 - b. Species
 - c. Divisio
 - d. Genus
 - e. Familia
4. Sistem klasifikasi yang berdasarkan cara memperoleh makanan menghasilkan kingdom
 - a. fungi, animalia, dan plantae
 - b. fungi dan animalia
 - c. virus dan monera
 - d. plantae dan animalia
 - e. fungi, monera, dan plantae
5. Urutan takson dalam klasifikasi hewan dari takson yang terkecil hingga ke takson yang terbesar adalah
 - a. species-genus-familia-ordo-classis-phylum
 - b. species-ordo-genus-familia-classis-phylum
 - c. species-familia-genus-ordo-classis-phylum
 - d. classis-phylum-ordo-familia-genus-species
 - e. classis-phylum-familia-ordo-genus-species
6. Di dalam sistem klasifikasi, *Solanum tuberosum* dan *Solanum lycopersicum* termasuk ke dalam satu takson, yaitu pada tingkat
 - a. classis
 - b. ordo
 - c. familia
 - d. genus
 - e. species
7. Tanaman kapri (*Pisum sativum*) yang digunakan oleh Mendel untuk percobaan genetika, termasuk satu familia dengan
 - a. bawang putih (*Allium sativum*)
 - b. nanas (*Ananas sativus*)
 - c. mentimun (*Cucumis comosus*)
 - d. kedelai (*Soja max*)
 - e. semangka (*Citrullus vulgaris*)

8. Tingkatan takson yang paling rendah yang menempatkan jagung dan padi dalam satu kedudukan sistematik adalah
 - a. divisio
 - b. classis
 - c. ordo
 - d. familia
 - e. genus
9. Kata *indica* dari *Mangifera indica*, sebagai penunjuk
 - a. species
 - b. ordo
 - c. genus
 - d. familia
 - e. divisio
10. Sistem klasifikasi yang didasarkan pada kesamaan struktur, morfologi, anatomi, fisiologi dan struktur alat reproduksinya adalah sistem klasifikasi
 - a. alami
 - b. buatan
 - c. filogenik
 - d. konvergen
 - e. divergen
11. Yang bukan merupakan perbedaan antara monokotil dan dikotil dilihat dari ciri khasnya, terdapat pada
 - a. susunan akarnya
 - b. susunan anatomi batangnya
 - c. morfologi bunganya
 - d. sifat haploid sel kelaminnya
 - e. bangun dasar daunnya
12. Suatu tumbuhan dengan ciri-ciri akarnya tunggal, bercabang, daun umumnya sempit dan kaku, organ reproduksi berupa strobilus. Dari ciri-ciri tersebut maka dapat dipastikan bahwa tumbuhan tersebut tergolong
 - a. thallophyta
 - b. monokotil
 - c. dikotil
 - d. angiospermae
 - e. gymnospermae
13. Pada pasangan tanaman di bawah ini, manakah yang paling banyak memiliki kesamaan ciri
 - a. *Citrus nobilis* dan *Citrus maxima*
 - b. *Citrus maxima* dan *Shorghum vulgare*
 - c. *Citrus nobilis* dan *Citrullus vulgaris*
 - d. *Shorghum vulgare* dan *Phaseolus vulgaris*
 - e. *Citrullus vulgaris* dan *Phaseolus vulgaris*
14. Misalnya dua individu dalam satu jenis memiliki faktor genetik yang sama tetapi fenotipe keduanya berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh
 - a. lingkungan yang berbeda
 - b. makanan yang berbeda
 - c. faktor keturunan
 - d. faktor reproduksi
 - e. sumber nutrisi yang berbeda

15. Ilmu yang mempelajari tentang pengelompokan makhluk hidup adalah
 - a. identifikasi
 - b. klasifikasi
 - c. anatomi biogeografi
 - d. taksonomi
 - e. pencandraan
16. Tujuan dari klasifikasi adalah
 - a. mencari perbedaan makhluk hidup
 - b. mencari kesamaan dan perbedaan makhluk hidup
 - c. menyederhanakan objek studi tentang makhluk hidup
 - d. setiap makhluk hidup diberi satu nama
 - e. mengidentifikasi tumbuhan untuk herbarium
17. Salah satu dasar untuk mengklasifikasikan makhluk hidup adalah sejarah perkembangan evolusinya. Ini berarti setiap makhluk hidup yang
 - a. berbeda fillumnya berarti dekat kekerabatannya
 - b. makin tinggi taksonnya makin dekat kekerabatannya
 - c. speciesnya berlainan maka makin dekat kekerabatannya
 - d. makin dekat kekerabatannya makin banyak pula persamaan sifatnya
 - e. makin tinggi tingkat taksonnya maka makin banyak pula persamaannya
18. Manfaat utama pemberian nama species dengan sistem tata nama ganda adalah
 - a. mudah dihafal oleh semua orang
 - b. ditulis dengan bahasa latin
 - c. hanya satu nama diberikan untuk satu jenis organisme
 - d. setiap jenis organisme dapat dikelompok-kelompokkan
 - e. mudah untuk mengetahui ciri-ciri organisme
19. Dari nama ilmiah di bawah ini yang termasuk ke dalam nama suku adalah
 - a. solanaceae
 - b. pandanales
 - c. solanum
 - d. equisetinae
 - e. selaginales
20. Cara penulisan species pada tumbuhan berikut yang benar adalah
 - a. Hibiscus rosinensis
 - b. *Hibiscus rosinensis*
 - c. Hibiscus Rosinensis
 - d. Hibiscus Rosinensis
 - e. *Hibiscus Rosinensis*

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

1. Nama Species (jenis) terdiri dari dua kata dalam bahasa latin. Kata pertama menunjukkan nama spesies dan kata kedua merupakan penunjuk genus.
2. Sistem klasifikasi lima kingdom mengelompokkan organisme menjadi lima dunia, yaitu Plantae, Animalia, Fungi, Protista dan Monera.



3. Pelestarian bunga Rafflesia di Taman Nasional Bengkulu dan pelestarian terumbu karang di Bunaken, termasuk dalam pelestarian keanekaragaman hayati tipe In situ.
4. Takson yang warganya menunjukkan kesamaan sifat yang banyak tentulah takson yang lebih kecil daripada suatu takson yang warganya menunjukkan kesamaan yang lebih sedikit.
5. Tumbuhan yang memiliki organ tubuh lengkap dan sempurna, sehingga sudah jelas terlihat adanya perbedaan antara akar, batang dan daun termasuk ke dalam kelompok Bryophyta.



C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B	
1	Keanekaragaman organisme yang menunjukkan keseluruhan atau totalitas variasi gen, jenis, dan ekosistem pada suatu daerah.	a	Endemik
2	Badak bercula satu (<i>Rhinoceros sondaicus</i>) berada di Ujung Kulon dan Komodo (<i>Varanus komodoensis</i>) di Pulau Komodo.	b	Keanekaragaman hayati
3	Vegetasi tumbuhan hijau sepanjang tahun, pohon-pohon tinggi, jenisnya sangat banyak, terdapat tumbuhan yang menempel (epifit) dan tumbuhan yang memanjat pohon lain (liana) yang terdapat pada daerah Asia, Afrika, Indonesia, Amerika Selatan dan lain-lain.	c	Hutan hujan tropis
4	Hewan bersel banyak, misalnya ikan, cara adaptasi yang dilakukan dengan cara melakukan banyak minum, sedikit mengeluarkan urin, pengeluaran air dilakukan secara osmosis sedangkan garam mineral dikeluarkan secara aktif melalui insang.	d	Ekosistem air laut
5	Pembukaan hutan, eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, pencemaran dan sistem pertanian monokultur.	e	Ekosistem air tawar
		f	Ancaman terhadap keanekaragaman hayati
		g	Epidemik
		h	Sabana

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman hayati!
2. Apa yang dimaksud dengan keanekaragaman gen, jenis dan ekosistem merupakan suatu kesatuan yang utuh!

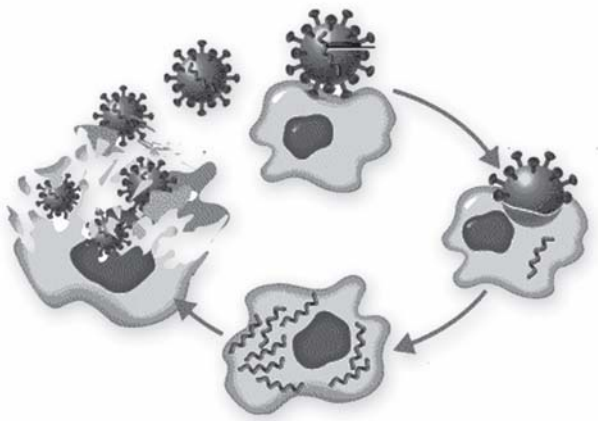
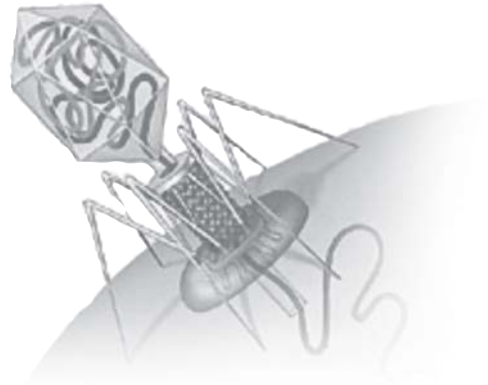
3. Jelaskan dan sebutkan berdasarkan apakah pembagian makhluk hidup sistem lima kingdom!
4. Sebutkan dan jelaskan enam biogeografi menurut Alfred Russel Wallace!
5. Bagaimana cara memberi nama ordo dan familia pada tumbuhan?
6. Dengan menggunakan bagan berikut ini, buatlah kunci determinasi tumbuhan!
7. Tuliskan aktifitas manusia yang dapat mengganggu kelestarian ekosistem dan jelaskan bahayanya bagi kehidupan manusia itu sendiri!
8. Sebutkan masing-masing lima hewan dan tumbuhan yang mengalami kelangkaan dan hampir punah, dan jelaskan upaya yang perlu dilakukan agar yang hampir punah tersebut dapat dilindungi dan dikembangkan!
9. Apa manfaat kita mempelajari keanekaragaman hayati!
10. Jelaskan mengenai binomial nomenklatur dengan menggunakan contoh!
11. Bagaimana cara memberi nama ordo dan familia pada tumbuhan?

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan di bawah ini!

Terdapat suatu tempat yang masih terisolir dari peradaban, namun karena pertumbuhan dan perkembangan populasi manusia yang demikian pesat maka kemudian pulau terisolir itu akhirnya dihuni. Pendatang membawa juga hewan peliharaan mereka. Menurutmu setelah pulau itu dihuni, apakah terjadi perubahan ekosistem? Apakah keanekaragaman di pulau tersebut dapat berubah? Jelaskan pernyataan sikapmu terhadap permasalahan tersebut!

Virus

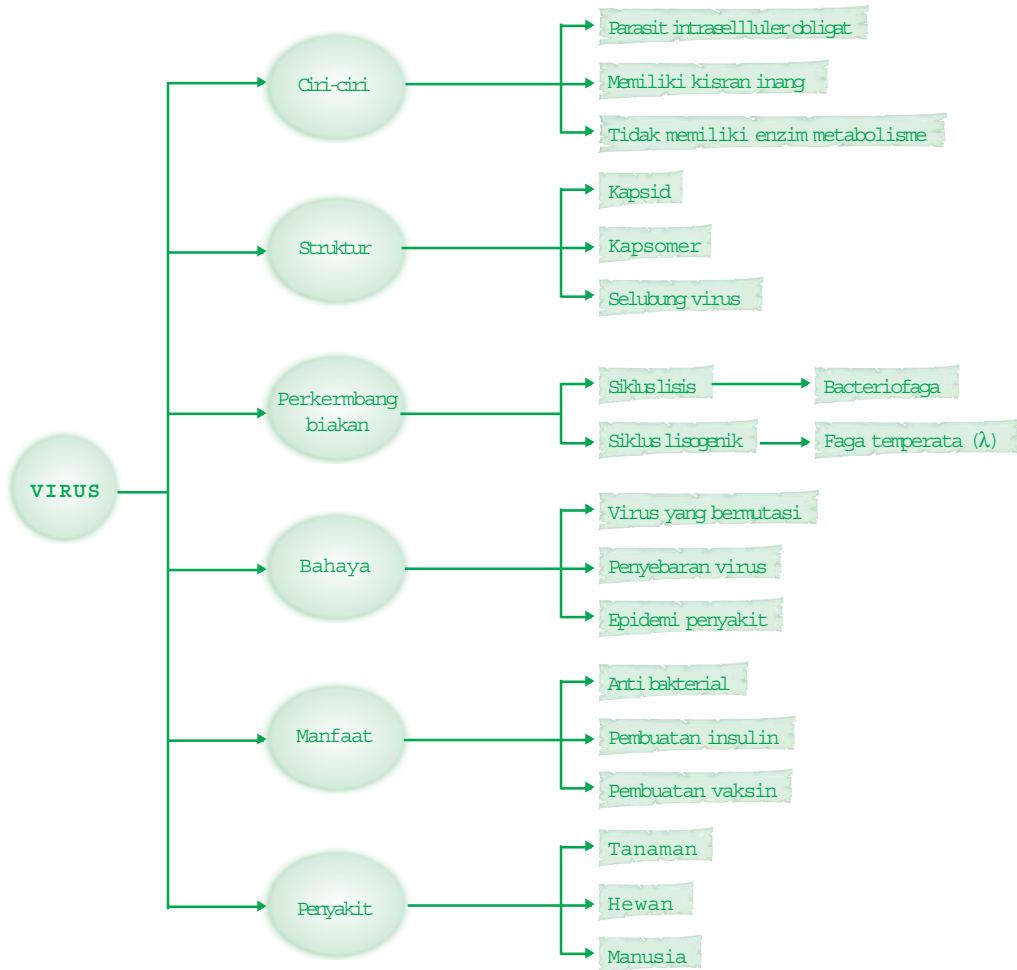
Ia memiliki sifat makhluk hidup, namun ia pun dapat dikristalkan (dimatikan sementara), sedangkan tak ada satu sel hidup pun yang dapat dikristalkan tanpa mengalami kerusakan. Dia adalah virus, yang lebih kecil dari semua jenis sel yang ada di bumi ini, namun dapat memberikan dampak yang besar bagi kehidupan.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat lebih mengenal tentang virus sehingga dapat mengetahui kegunaan dan bahayanya bagi kehidupan, serta menjauhkan diri dari hal-hal yang berpotensi untuk penularan virus HIV/AIDS dengan melakukan hal-hal yang bermanfaat.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.

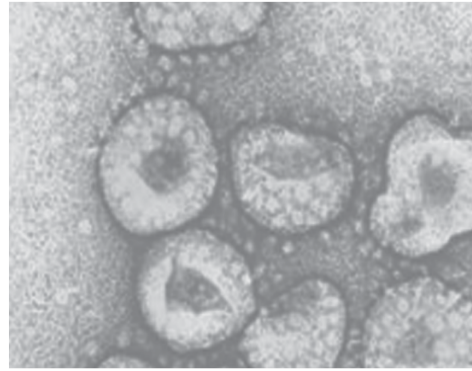


Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- virus, RNA, DNA, penyakit, kapsid, kapsomer, vaksin, lisis, lisogenik

Flu Burung disebabkan oleh virus influenza tipe A, dulu hanya menginfeksi unggas, tetapi belakangan ditemukan juga di kuda, babi, kucing dan manusia. Virus ini dapat berkembang dan melintas, pindah dari unggas ke manusia, ada banyak sub tipe virus influenza ini karena jenis virus ini mudah sekali bermutasi atau berubah bentuk, tetapi berubahnya tidak langsung total. Secara kasar, misalnya sekarang virus ini bertangan dua, besok dapat berubah bertangan dua setengah. Karena mudah berubah maka seseorang yang hari ini terkena flu dan telah sembuh, besoknya dia bisa terkena flu lagi.



Sumber: www.Blackcircle.net

■ **Gambar 3.1**
Virus sars

Cara penularan virus ini melalui pernafasan dan juga dari debu atau udara, penularan dari unggas terutama dari droplet (lendir yang terutama dari hidung unggas). Lendir tersebut dapat menginfeksi lewat air, wadah pakan dan kotoran (faeces). Pada manusia penularannya dapat lewat ingus atau saat bersin, sedangkan perpindahan virus dari unggas ke manusia melalui udara.

Masa inkubasi setelah terinfeksi virus ini sekitar 3 hari, artinya pada hari ke-3 setelah terinfeksi, penderita akan menunjukkan gejala-gejala penyakit. Meskipun sekarang ini belum ditemukan bukti perpindahan flu burung dari manusia ke manusia, sebaiknya orang terdekat di sekitar penderita tidak kontak dulu atau membatasi kontak dengan penderita. Jika harus kontak, lebih baik menggunakan masker. Gejala pada manusia yang terinfeksi flu burung sama dengan gejala flu biasa, yaitu demam tinggi ($>38^{\circ}\text{C}$) disertai pilek. Seperti pada unggas, virus ini pada manusia juga akan beredar ke seluruh pembuluh darah dan menyebabkan demam tinggi. Jika suhu tubuh tidak diturunkan pembuluh darah akan pecah, apabila terjadi pada pembuluh darah otak dapat berakibat fatal. Jika mengalami gejala seperti ini sebaiknya langsung berkonsultasi dengan dokter, apalagi jika gejala tersebut tidak segera sembuh. Virus memiliki kemampuan tinggi untuk mengubah tingkat keganasan atau struktur proteinnya. Dengan kata lain, virus dapat memiliki kemampuan lain yang pada awalnya tidak dimilikinya. Hal yang ditakutkan adalah jika virus flu burung dan virus flu biasa ini bercampur membentuk virus baru. Misalnya, seseorang tertular flu burung yang mematikan ini kemudian pada saat yang sama dia tertular virus flu manusia yang sangat gampang menular. Dua jenis virus ini kemudian bercampur membentuk virus baru yang mematikan dan mudah sekali menular. Bagaimanakah ilmuwan

virologi memandang organisme yang tidak dapat dilihat, sekalipun dengan mikroskop cahaya ini, tetapi memiliki kemampuan membunuh yang sangat dahsyat? Anda akan mendapatkan jawabannya pada bab ini.

A. Ciri-Ciri Virus

Virus memiliki ciri dan struktur yang sangat berbeda sama sekali dengan organisme lain, ini karena virus merupakan satu sistem yang paling sederhana dari seluruh sistem genetika. Ciri virus yang telah diidentifikasi oleh para ilmuwan, adalah sebagai berikut.

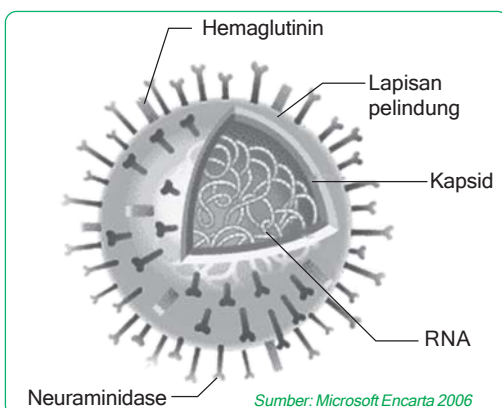
1. Virus hanya dapat hidup pada sel hidup atau bersifat parasit intraselluler obligat, misalnya dikembangkan di dalam embrio ayam yang masih hidup.



■ **Gambar 3.2**
Virus Ebola

Sumber: Microsoft Encarta 2006

2. Virus memiliki ukuran yang paling kecil dibandingkan kelompok taksonomi lainnya. Ukuran virus yang paling kecil memiliki ukuran diameter 20 nm dengan jumlah gen 4, lebih kecil dari ribosom dan yang paling besar memiliki beberapa ratus gen, virus yang paling besar dengan diameter 80 nm (Virus Ebola) juga tidak dapat dilihat dengan mikroskop cahaya sehingga untuk pengamatan virus di gunakan mikroskop elektron.
3. Nama virus tergantung dari asam nukleat yang menyusun genomnya (materi atau partikel genetik) sehingga terdapat virus DNA dan juga virus RNA.
4. Virus tidak memiliki enzim metabolisme dan tidak memiliki ribosom ataupun perangkat/organel sel lainnya, namun beberapa virus memiliki enzim untuk proses replikasi dan transkripsi dengan melakukan kombinasi dengan enzim sel inang, misalnya Virus Herpes.
5. Setiap tipe virus hanya dapat menginfeksi beberapa jenis inang tertentu. Jenis inang yang dapat diinfeksi oleh virus ini disebut kisaran inang, yang penentuannya tergantung pada evolusi pengenalan yang dilakukan virus tersebut dengan



■ **Gambar 3.3**
Virus Influenza

Sumber: Microsoft Encarta 2006

menggunakan kesesuaian "lock and key" atau lubang dan kunci" antara protein di bagian luar virus dengan molekul reseptor (penerima) spesifik pada permukaan sel inang. Beberapa virus memiliki kisaran inang yang cukup luas sehingga dapat menginfeksi dan menjadi parasit pada beberapa spesies. Misalnya, virus flu burung dapat juga menginfeksi babi, unggas ayam dan juga manusia, virus rabies dapat menginfeksi mamalia termasuk rakun, sigung, anjing dan monyet.

6. Virus tidak dikategorikan sel karena hanya berisi partikel penginfeksi yang terdiri dari asam nukleat yang terbungkus di dalam lapisan pelindung, pada beberapa kasus asam nukleatnya terdapat di dalam selubung membran. Penemuan yang dilakukan oleh Stanley Miller, bahwa beberapa virus dapat dikristalkan sehingga virus bukanlah sel hidup, sebab sel yang paling sederhana pun tidak dapat beragregasi menjadi kristal. Akan tetapi, virus memiliki DNA atau RNA sehingga virus dapat juga dikategorikan organisme hidup.
7. Genom virus lebih beragam dari genom konvensional (DNA untai tunggal atau single heliks) yang dimiliki oleh organisme lainnya, genom virus mungkin terdiri dari DNA untai ganda, RNA untai ganda, DNA untai tunggal ataupun dapat juga RNA untai tunggal, tergantung dari tipe virusnya.

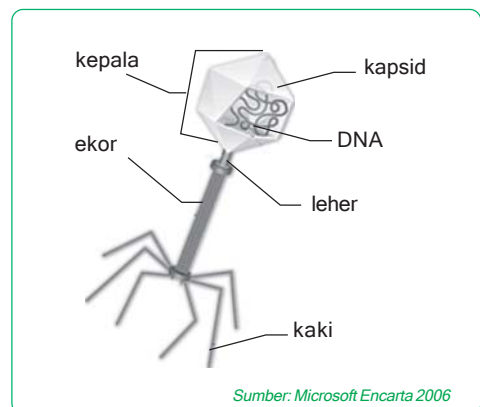
B. Struktur Virus

Walaupun virus memiliki berbagai ukuran dan bentuk, mereka memiliki motif struktur yang sama, yaitu sebagai berikut.

1. Kapsid

Kapsid merupakan lapisan pembungkus DNA atau RNA, kapsid dapat berbentuk heliks (batang), misalnya pada virus mozaik, ada yang berbentuk polihedral pada virus adenovirus, ataupun bentuk yang lebih kompleks lainnya.

Kapsid yang paling kompleks ditemukan pada virus Bakteriofaga (faga). Faga yang pertama kali dipelajari mencakup tujuh faga yang menginfeksi bakteri *Escherichia coli*, ketujuh faga ini diberi nama tipe 1 (T1), tipe 2 (T2), tipe 3 (T3) dan seterusnya sesuai dengan urutan ditemukannya.



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 3.4
Struktur Bakteriofaga

2. Kapsomer

Kapsomer adalah subunit-subunit protein dengan jumlah jenis protein yang biasanya sedikit, kapsomer akan bergabung membentuk kapsid, misalnya virus mozaik tembakau yang memiliki kapsid heliks (batang) yang kaku dan tersusun dari seribu kapsomer, namun dari satu jenis protein saja.

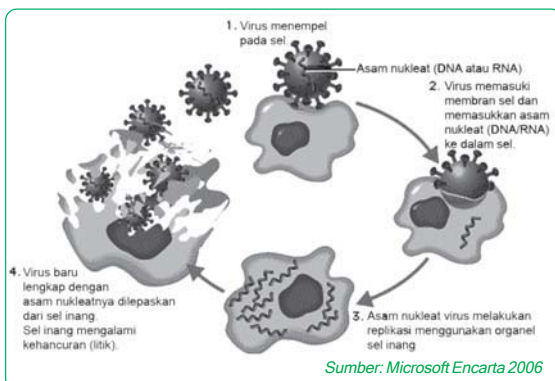
3. Struktur tambahan lainnya

Struktur tambahan lainnya, yaitu selubung virus yang menyelubungi kapsid dan berfungsi untuk menginfeksi inangnya. Selubung ini terbentuk dari fosfolipid dan protein sel inang serta protein dan glikoprotein yang berasal dari virus itu sendiri. Tidak semua virus memiliki struktur tambahan ini, ada beberapa yang memilikinya, misalnya virus influenza. Secara kebetulan faga tipe genap yang diketemukan (T2, T4 dan T6) memiliki kemiripan dalam struktur, yaitu kapsidnya memiliki kepala iksohedral memanjang yang menyelubungi DNA dan struktur tambahan lainnya, yaitu pada kepala iksohedral tersebut melekat ekor protein dengan serabut-serabut ekor yang digunakan untuk menempel pada suatu bakteri.

C.

Perkembangbiakan Virus

Perkembangbiakan virus sering disebut dengan replikasi/sintesa protein virus, dimana protein adalah materi genetik dasar yang menunjukkan kehidupan. Faga adalah jenis virus yang paling dipahami dibandingkan jenis-jenis virus lainnya, walaupun beberapa faga ini memiliki struktur yang kompleks. Penelitian pada faga ini menghasilkan penemuan bahwa beberapa virus DNA untai ganda dapat bereproduksi dengan menggunakan dua mekanisme alternatif, yaitu siklus litik dan siklus lisogenik.



Gambar 3.5

Reproduksi virus dengan mekanisme siklus litik

1. Siklus lisis

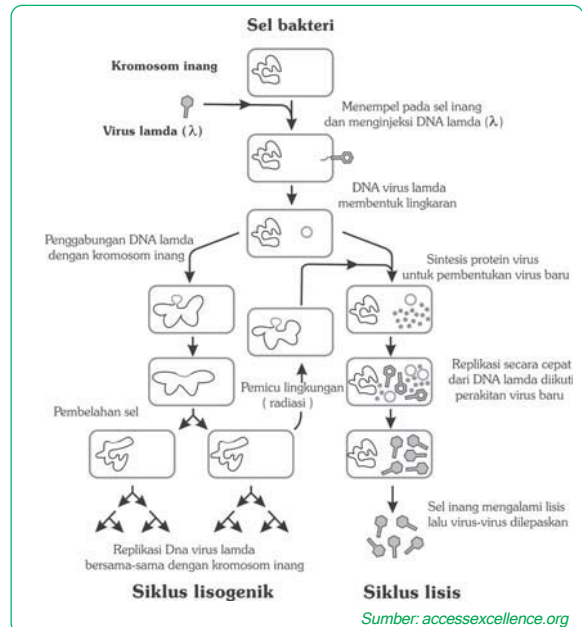
Siklus lisis adalah siklus reproduksi atau replikasi genom virus yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel inang. Istilah lisis mengacu pada tahapan akhir dari infeksi, yaitu saat sel inang bakteri lisis atau pecah dan melepaskan faga yang dihasilkan di dalam sel inang tersebut. Virus yang hanya dapat bereplikasi melalui siklus lisis disebut dengan virus *virulen*.

2. Siklus lisogenik

Siklus lisogenik merupakan siklus replikasi genom virus tanpa menghancurkan sel inang, dengan kata lain faga berintegrasi ke dalam kromosom bakteri, integrasi ini disebut profaga. Istilah lisogenik mengimplikasikan bahwa profaga pada kondisi tertentu dapat menghasilkan faga aktif yang melisis inangnya dikarenakan adanya pemicu dari lingkungan seperti radiasi atau adanya beberapa zat kimia tertentu, hal inilah yang menyebabkan virus mengubah mekanisme reproduksinya dari cara lisogenik menjadi cara lisis.

Untuk membandingkan siklus lisis dengan siklus lisogenik maka digunakan contoh virus temperata, yaitu virus yang dapat menjalankan kedua cara replikasi tersebut di dalam suatu bakteri. Faga temperata atau yang disebut dengan lambda (λ) mirip dengan T4, tetapi ekornya hanya memiliki satu serabut ekor yang lebih pendek. Infeksi pada *E. Coli* yang disebabkan oleh virus dimulai ketika faga mengikatkan diri pada permukaan sel dan menginfeksi DNA-nya ke dalam inang, kemudian DNA membentuk lingkaran yang terjadi selanjutnya tergantung cara replikasinya, apakah dengan siklus lisis atau lisogenik.

Selama siklus lisis, gen-gen virus dengan cepat mengubah sel inang menjadi semacam pabrik yang memproduksi virus dan sel tersebut segera lisis dan melepaskan virusnya. Genom virus berperilaku berbeda-beda, selama siklus lisogenik, molekul DNA dimasukkan melalui rekombinasi genetik (pindah silang) ke dalam suatu tempat spesifik di kromosom sel inang, virus ini kemudian disebut dengan profaga. Satu gen profaga mengkode suatu protein yang menghambat ekspresi sebagian besar gen-gen profaga lainnya. Dengan demikian, genom faga lebih banyak diam saat berada di dalam bakteri, lalu bagaimana faga tersebut bereplikasi? Setiap kali *E. coli* bersiap-siap membelah diri, *E. coli* juga mereplikasi DNA faga bersama-sama dengan DNA-nya sendiri dan menurunkan salinannya kepada keturunannya. Satu sel yang terinfeksi dengan cepat dapat menghasilkan satu populasi besar bakteri yang membawa virus tersebut di dalam *bakteriofaga*. Mekanisme ini membuat virus dapat berprofagasi tanpa membunuh sel inang tempat mereka bergantung.



■ Gambar 3.6
reproduksi virus dengan mekanisme siklus lisogenik

Sebelum kita membicarakan manfaat virus, ada baiknya kita bahas terlebih dahulu bahaya yang ditimbulkan virus dalam kehidupan ini. Walaupun ukuran virus sangat kecil, tetapi virus sangat berbahaya bagi kehidupan. Virus dapat menginfeksi dan mereplikasikan DNA-nya pada inang sehingga lama kelamaan inang akan terganggu metabolisme hidupnya. Pada akhirnya berpotensi untuk terjadinya kematian. Ada tiga proses yang menyebabkan virus sangat berbahaya karena menimbulkan penyakit-penyakit baru dalam kehidupan kita, yaitu kemampuannya melakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Mutasi dari virus-virus yang telah ada

Virus RNA cenderung memiliki kecepatan mutasi yang lebih tinggi dari biasanya, sebab replikasi dari asam nukleat tidak melibatkan tahapan perbaikan kesalahan replikasi seperti pada replikasi DNA. Beberapa mutasi dapat menyebabkan virus yang sudah ada berkembang perlahan-lahan menjadi varietas genetik baru yang mengakibatkan penyakit baru pada organisme yang telah memiliki imunitas (kekebalan tubuh) terhadap virus moyangnya. Contohnya pada penyakit flu burung yang sampai sekarang belum ada obatnya, ini dikarenakan virus ini sudah bermutasi menjadi virus jenis baru sehingga imunitas yang terbentuk tidak dapat menghadapi serangan virus flu jenis baru ini.

2. Penyebaran virus-virus yang sudah ada dari satu spesies inang ke spesies inang lainnya

Contoh permasalahan pada kasus Hantavirus yang biasa ditemukan pada hewan pengerat khususnya *Deer Mice* (*Peromyscus maniculatus*), populasi hewan ini melonjak tajam pada tahun 1993 setelah cuaca yang basah meningkatkan persediaan makanan bagi hewan ini. Manusia terkena Hantavirus ketika mereka menghirup debu yang mengandung sedikit urin dan feses dari tikus *Deer Mice* yang terinfeksi. Gejalanya mirip flu biasa yang muncul setelah 1 minggu, kemudian diikuti oleh akumulasi cairan dan sel darah putih pada paru-paru yang menyebabkan gangguan pernafasan, lalu mati.



Sumber: Umich.edu

■ Gambar 3.7
Deer mice (*Peromyscus maniculatus*)

3. Penyebaran atau diseminasi penyakit virus dari satu populasi terisolasi yang berukuran kecil dapat menyebabkan epidemik yang luas

Misalnya pada penyakit AIDS yang sampai sekarang menjadi fenomena global padahal sebelumnya penyakit ini tidak begitu terdengar dengan gencarnya seperti sekarang ini. Penyebaran virus ini dipengaruhi faktor teknologi dan sosial, misalnya teknologi transfusi darah, hubungan seksual, penyalahgunaan obat-obatan intravena (melalui saluran pembuluh darah), termasuk juga perjalanan ke berbagai negara yang sangat mudah. Dengan adanya hal tersebut maka penyebaran Virus HIV (AIDS) ini dapat menyebar dari Afrika Tengah sebagai negara asal sampai ke negara-negara dunia barat dan juga Asia.

Aktivitas Sains

Tugas karya tulis

Tujuan: mengetahui bahaya AIDS bagi kehidupan.

AIDS bukan merupakan penyakit baru, HIV berasal dari Afrika Tengah dan mungkin telah menginfeksi manusia selama puluhan tahun. Cari dan kumpulkan literatur baik melalui tinjauan pustaka ataupun melalui internet mengenai penyakit AIDS. Lalu buatlah sebuah karya tulis ilmiah!

E.

Manfaat Virus bagi Kehidupan

Setelah mengetahui bahaya virus bagi kehidupan, kita harus dapat mengetahui penangkal dari bahaya virus ini. Para ahli sekarang telah menemukan beberapa vaksin yang dapat mencegah virus menginfeksi kita. Vaksin merupakan varian atau derivat yang tidak merusak dari mikroba (virus) patogenik yang menstimulasi sistem imun untuk membangun sistem pertahanan tubuh yang kuat agar tubuh dapat melawan patogen yang sesungguhnya. Jadi untuk melawan virus maka para ahli memanfaatkan virus tersebut untuk membuat penangkalnya.

Manfaat virus antara lain adalah sebagai berikut.

1. Anti bakterial

Dapat menghancurkan bakteri-bakteri yang mengganggu, misalnya bakteri pengganggu pada produk makanan yang diawetkan.

2. Pembuatan insulin

Virus penyebab kanker dapat dicangkokkan bersama gen-gen penghasil insulin atau zat lain ke bakteri sehingga bakteri tersebut

berbiak dengan cepat dan sekaligus memproduksi insulin atau zat lain.



■ **Gambar 3.8**
Edward Jenner

Sumber: bcy.ca

3. Pembuatan vaksin

Contoh kasus pada akhir tahun 1700, Edward Jenner seorang dokter asal Inggris mengetahui dari pasien-pasien di pedesaan bahwa para pemerah susu yang telah terkena cacar sapi (penyakit ringan yang menginfeksi sapi) ternyata resisten terhadap infeksi cacar sesudahnya. Dalam percobaannya, Jenner menggoreskan jarum yang mengandung cairan dari luka seorang pemerah sapi yang telah terkena cacar sapi ke seorang anak laki-laki. Anak tersebut ternyata resisten terhadap wabah cacar. Virus cacar sapi dengan virus cacar sangat mirip sehingga sistem imun tidak dapat membedakan adanya partikel asing. Selain vaksin cacar juga sudah ditemukan vaksin lainnya, misalnya vaksin polio, vaksin rubela, vaksin campak dan vaksin gondongan.

F.

Penyakit yang disebabkan Virus

Virus dalam hidupnya sangat bergantung kepada sel inangnya, sel inang yang terinfeksi dalam hidupnya akan terganggu metabolisme kehidupannya atau dapat dikatakan terkena penyakit. Penyakit-penyakit apakah yang dapat ditimbulkan oleh infeksi virus?

Ingatlah

Virus-virus hewan sering memiliki sebuah selubung yang didapatkan dari membran sel inang, yang membuatnya dapat keluar masuk sel inang. Vaksin terhadap suatu virus akan menstimulasi sistem imun untuk mempertahankan inang dari infeksi.

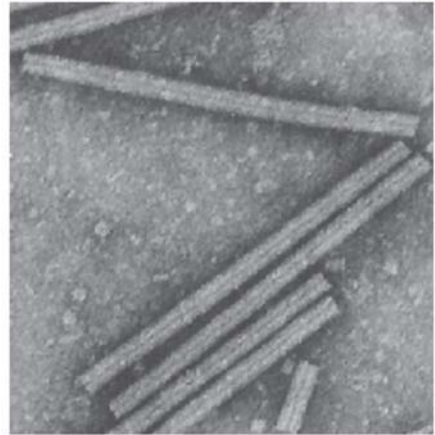
1. Penyakit pada tanaman

a. Mozaik

Disebut mozaik karena pada tanaman yang terinfeksi (tomat, labu dan tembakau) menunjukkan bercak-bercak pada daunnya atau buahnya. Misalnya, penyakit mozaik pada tanaman tembakau yang disebabkan tanaman diserang virus Tobacco Mozaik Virus (TMV).

Dari penyakit bercak daun pada tembakau inilah dunia virus mulai terdeteksi. Pada tahun 1883, Adolf Majjer seorang saintis asal Jerman melakukan pengujian dengan jalan menyempatkan getah yang diekstraksi dari daun tanaman yang sakit ke tanaman yang sehat. Dia mengambil kesimpulan bahwa penyebab penyakit ini adalah bakteri yang lebih kecil dari biasanya, yang tidak dapat

dilihat dengan mikroskop. Setelah satu dasawarsa, hipotesis ini diuji kembali oleh Dimitri Iwonowsky yang melakukan pengujian dengan mengalirkan getah dari daun tembakau yang telah terinfeksi melalui saringan yang telah didesain untuk mengumpulkan bakteri ke tembakau yang sehat, ternyata tembakau kedua ini tertular penyakit. Dia melakukan ekstraksi lagi pada daun tembakau kedua dan mengalirkannya pada tembakau ketiga, hasilnya tetap sama, yaitu tanaman ketiga terinfeksi penyakit ini juga. Sehingga dia menyimpulkan bahwa patogen tersebut memiliki kemampuan bereproduksi di peralatan yang digunakannya.



Sumber: ncbi.nlm.nih.gov

■ **Gambar 3.9**
Hasil fotomikrograf TMV

Selanjutnya pada tahun 1935, saintis Amerika Wendell Crenley berhasil mengkristalkan partikel penginfeksi tersebut yang sekarang dikenal dengan *Tobacco Mozaik Virus* (TMV), dan setelah itu maka jenis-jenis virus lainnya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron.

b. Burik kuning

Burik kuning menyerang pada tanaman padi dan aster melalui plasmodesmata sehingga menyebar ke seluruh tubuh tanaman. Ini disebabkan plasmodesmata berfungsi untuk menghubungkan ruang-ruang antar sel.

c. Kerdil

Tanaman yang terserang virus tungro, pertumbuhannya akan terhambat sehingga tampak kerdil, penyebarannya oleh perantara serangga wereng coklat dan wereng hijau berpindah dari tanaman satu ke tanaman lainnya. Untuk mengatasi virus tungro ini pemerintah telah menggalakan penanaman padi VUTW (varietas unggul tahan wereng)

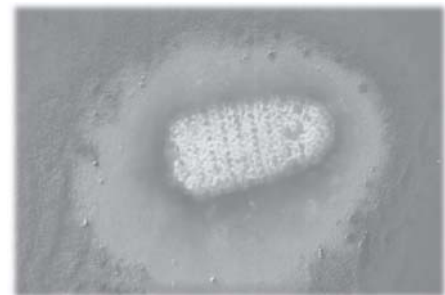


Sumber: knowledgebank.iri

■ **Gambar 3.10**
Hama wereng penyebar virus tungro
(*Nephototix virescens*)

2. Penyakit pada hewan

- Polyoma penyebab tumor
- New Castle Disease (NCD), menyerang sistem saraf pada ternak unggas, misal ayam. NCD umumnya disebut dengan tetelo.



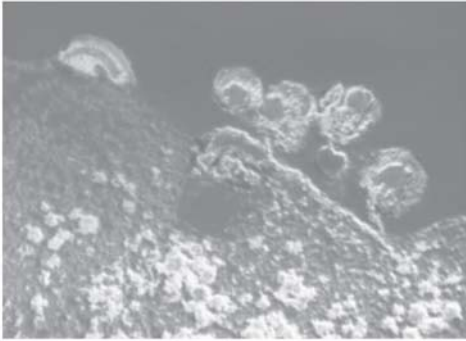
Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 3.11**
Virus rabies

- c. Rabies yang dapat menyerang pada anjing, kucing, rakun serta monyet.
- d. Adenovirus penyebab penyakit saluran pernafasan, beberapa menyebabkan tumor pada hewan tertentu.

3. Penyakit pada manusia

a. AIDS



Sumber: ncbi.nlm.nih.gov

■ **Gambar 3.12**
Virus AIDS menyerang sel T-limfosit (sel darah putih)

HIV merupakan virus yang menyebabkan AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*), suatu penyakit yang menyerang sistem kekebalan tubuh. HIV merupakan golongan virus yang jarang terdapat pada manusia, yaitu retrovirus. Retrovirus merupakan virus RNA yang dapat membuat DNA melalui proses transkripsi balik. Oleh karenanya, virus ini melengkapi diri dengan enzim spesifik reverse transcriptase. HIV menyerang limfosit T4 yang mempunyai peranan penting dalam mengatur imunitas. Seseorang yang mengidap HIV jumlah limfosit T akan menurun. Sekali terinfeksi HIV maka seumur hidup orang tersebut akan membawa virus HIV. Virus HIV terdapat pada darah, cairan sperma, cairan yang dihasilkan vagina dan cairan tubuh lainnya dari penderita AIDS.

Info Biologi

Virus HIV/AIDS sangat berbahaya jika menjangkiti tubuh. Sebagai manusia yang berpikir luas dan berpendidikan, kita harus dapat membentengi diri dengan hal-hal yang bermanfaat misalnya, olahraga, belajar bersama, diskusi, dan karya wisata.

Penularan AIDS dapat terjadi melalui hal-hal berikut ini:

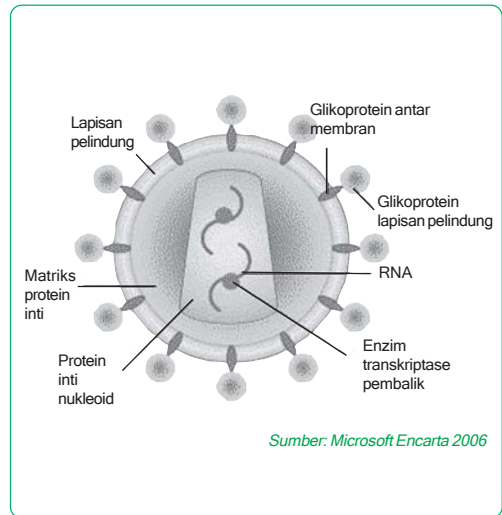
- 1) Hubungan seksual baik homoseksual maupun heteroseksual.
- 2) Transfusi darah dan produk darah lainnya yang berasal dari pengidap AIDS.
- 3) Penggunaan jarum yang berulang-ulang untuk penyuntikan, tusuk jarum, tato.
- 4) Dari ibu ke bayinya sewaktu persalinan atau lewat ASI (air susu ibu).

Penularan AIDS tidak dapat melalui hal-hal sebagai berikut.

- 1) Gigitan nyamuk atau serangga
- 2) Berjabat tangan
- 3) Berangkulan
- 4) Bersin
- 5) Batuk
- 6) Air kolam renang

Urutan proses seseorang yang sehat dapat tertular virus HIV adalah sebagai berikut.

- 1) Selama 3-6 bulan, dalam darahnya belum ditemukan HIV (tes darah negatif).
- 2) Setelah 3-6 bulan, test darah akan menunjukkan HIV positif sehingga sudah kategori pengidap (carrier).
- 3) Lebih kurang 5-10 tahun kemudian mulai timbul gejala letih, lesu, lelah, berat badan menurun drastis, demam (panas) lebih dari 1 bulan, diare lebih dari 1 bulan, sesak nafas dan batuk kering, pembesaran kelenjar getah bening, sariawan yang lama atau terus menerus, penyakit kulit dan pada akhirnya penderita akan meninggal dunia karena penderita terserang oleh macam-macam infeksi akibat tidak memiliki kekebalan tubuh.



■ **Gambar 3.13**
Skema virus AIDS

Pencegahan agar kita tidak terkena virus HIV.

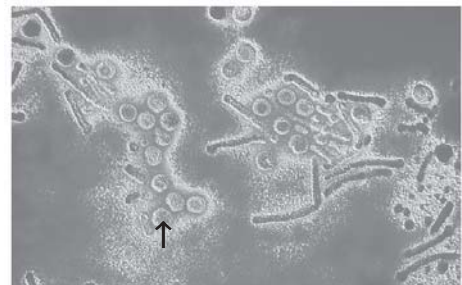
- 1) **Dari segi hubungan seksual**
 - a) hanya berhubungan seksual dengan suami atau istri;
 - b) hindari perilaku seks bebas;
 - c) kelompok dengan resiko tinggi (wanita tunasusila) perlu melindungi diri dengan alat kontrasepsi.
- 2) **Dari segi sanitasi**
 - a) pemeriksaan darah dengan teliti;
 - b) jarum dan alat tusuk kulit yang lain harus steril dan sekali pakai;
 - c) pecandu obat bius harus menghentikan kebiasaannya;
 - d) mensterilkan alat yang tercemar dengan cara dimusnahkan;
 - e) membakar semua alat yang telah dipakai oleh penderita.

3) Cara melalui ibu

Dengan mengimbuu agar ibu yang terinfeksi AIDS untuk tidak hamil.

b. Hepatitis B

Hepatitis B, virus ini berkembang di dalam jaringan hati sehingga dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan sel-sel hati.



■ **Gambar 3.14**
Virus Hepatitis B (tanda panah)

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Tanda dan gejala hepatitis B pada keadaan akut adalah nafsu makan berkurang, mual, lesu, muntah dan demam, nyeri sendi, setelah 3-10 hari air seni berwarna gelap (coklat) seperti teh, kulit dan bagian putih mata berwarna kuning.

Bagaimana mencegah hepatitis B? Penyakit ini dapat dicegah dengan vaksinasi, diharapkan terbentuk kekebalan terhadap penyakit hepatitis B dengan daya lindung kurang lebih lima tahun, kemudian usaha yang dapat kita lakukan adalah dengan mengkonsumsi makanan yang tinggi kalori dan proteinnya, istirahat cukup, tidak mengkonsumsi makanan dan minuman yang beralkohol, mengkonsumsi obat dan vitamin yang berfungsi memperbaiki fungsi hati.

c. Demam Berdarah Dengue (DBD)



■ Gambar 3.15
Nyamuk DBD

Sumber: Fiocruz.br

Dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* menunjukkan gejala panas tinggi mendadak dan terus menerus selama 2-7 hari, nafsu makan dan minum turun, lemah, mual, muntah, sakit kepala, sakit perut, nyeri ulu hati, bintik merah di kulit, pendarahan di gusi dan hidung, berak darah, muntah darah. Bagaimana cara mencegah DBD?

Pemberantasan sarang nyamuk dengan membersihkan tempat-tempat air, kain atau pakaian jangan sampai tergantung, menguras bak penampungan air, mengubur kaleng bekas, memberi obat (misalnya ABATE) pada tempat air yang sulit dikuras sehingga jentik-jentik nyamuk mati, penyemprotan dengan racun serangga untuk membasmi nyamuk dewasa.

d. Influenza

Influenza disebabkan oleh infeksi virus Orthoneovirus, ditularkan lewat udara dan masuk ke alat-alat pernafasan. Tanda dan gejalanya adalah demam, sakit kepala, nafsu makan menurun, nyeri otot, biasanya akan sembuh sendiri dalam 3-7 hari. Pencegahan dengan jalan menjaga daya tahan tubuh serta menghindari interaksi dengan penderita.

e. SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) atau sindrom pernafasan akut.

Disebabkan oleh virus baru yang bermutasi dari virus Corona. Virus ini menyerang sistem pernafasan.

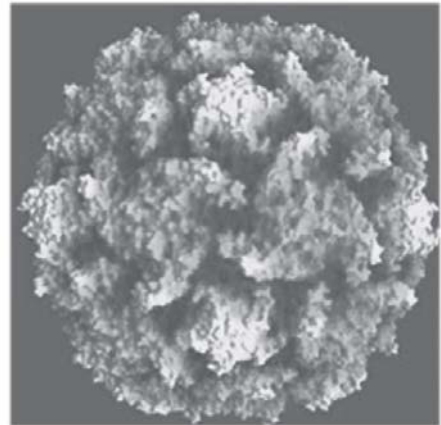
- 1) Gejala awal demam lebih dari 38 °C tubuh, menggigil.
- 2) Masa inkubasi 2 sampai 10 hari.
- 3) Lemah, letih dan lesu.
- 4) Batuk kering dan sesak nafas karena kekurangan oksigen.

Cara pencegahan adalah sebagai berikut.

- 1) Hindari berkunjung ke daerah yang terkena wabah.
- 2) Hindari penderita dengan gejala pneumonia.
- 3) Hindari menyentuh organ mulut, mata dan hidung.
- 4) Petugas medis diharap menggunakan masker.

f Polio

Virus polio memiliki capsid dengan bentuk icosahendral, virionnya tidak berselubung, sferis dan berukuran 20-30 nm, termasuk RNA virus. Manusia merupakan satu-satunya inang alami virus polio. Virus ini menyerang sel-sel yang membatasi saluran pencernaan dan sel-sel susunan saraf pusat, masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman atau pernafasan. Gejala klinik infeksi virus polio adalah demam, malaise, sakit tenggorokan, sakit kepala, meningitis aseptik, poliomyelitis paralitik (lumpuh). Pencegahannya dilakukan dengan vaksinasi secara oral.

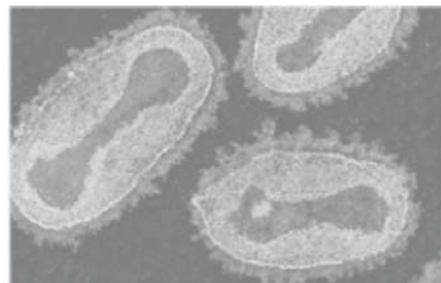


■ Gambar 3.16
Virus polio

Sumber: lmu.edu

g Smallpox (cacar)

Virus cacar (virus variola, smallpox virus) merupakan virus DNA dengan ukuran 250×400 nm. Manusia merupakan satu-satunya inang alami virus ini, meskipun dapat pula menyerang kera. Infeksi awal virus variola pada manusia terjadi pada membran mukosa saluran pernafasan bagian atas. Virus ini memperbanyak diri dalam mukosa dan jaringan limfa sehingga terjadi verimia pertama. Veremia sekunder terjadi setelah perkembangbiakan virus dalam organ-organ yang mengakibatkan erupsi pada kulit dan membran mukosa.



■ Gambar 3.17
Virus cacar

Sumber: cdc.sc.usp.br

Aktivitas Sains

Tugas kelompok

Tujuan: mengetahui dan mendeskripsikan bahaya virus bagi kehidupan.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 2 orang.

Buatlah gambar poster untuk publikasi di kertas gambar A4 tentang bahaya, cara penularan dan pencegahan penyakit yang disebabkan virus, misalnya virus AIDS, flu burung dan sebagainya.

Rangkuman

1. Virus memiliki struktur yang sangat berbeda dibandingkan organisme lain oleh karena itu dikelompokkan ke dalam satu sistem yang paling sederhana dari seluruh sistem genetika.
2. Struktur virus terdiri dari gabungan kapsomer yang membentuk lapisan pembungkus DNA atau RNA yang disebut kapsid, struktur tambahan lainnya adalah selubung protein yang menyelubungi kapsid.
3. Ukuran virus ada yang lebih kecil dari ribosom, yaitu sekitar 20 nm dengan jumlah gen 4. Virus yang paling besar berukuran 80 nm, yaitu virus ebola. Oleh karena itu, virus hanya dapat diamati dengan mikroskop elektron.
4. Virus hanya dapat menginfeksi sel-sel tertentu saja. Dalam dunia virus berlaku kesesuaian “lock and key” antara protein bagian luar virus dengan molekul reseptor spesifik pada permukaan sel inang.
5. Virus berkembang biak melalui dua mekanisme, yaitu siklus litik dan siklus lisogenik.
6. Virus sangat berbahaya karena mudah sekali bermutasi menjadi lebih ganas dan penyebarannya sangat mudah, sehingga dapat menyebabkan epidemi penyakit.
7. Virus juga dapat bermanfaat karena dapat mengawetkan makanan, produksi insulin, dan pembuatan vaksin yang dapat menyelamatkan banyak nyawa manusia, hewan serta tumbuhan.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Sifat virus yang menunjukkan ciri sebagai makhluk hidup adalah kemampuannya untuk
 - a. menduplikasi diri
 - b. mengikat oksigen
 - c. dapat dikristalkan
 - d. memasuki jaringan
 - e. gerakan yang aktif

2. HIV sebagai penyebab AIDS akan mengakibatkan orang yang terinfeksi mengalami
 - a. peningkatan leukosit
 - b. kerusakan hati dan limpa
 - c. peningkatan trombosit
 - d. lemahnya sistem kekebalan
 - e. penurunan kadar eritrosit
3. Penyakit pada sapi yang disebabkan oleh virus adalah penyakit
 - a. antraks
 - b. tungro
 - c. kulit dan kuku
 - d. surro
 - e. tetelo
4. Para saintis telah menemukan cara untuk menyatukan bakteriofaga dengan lapisan protein dari faga T2 dan DNA dari faga T4. Seandainya faga gabungan ini menginfeksi bakteri, faga yang diproduksi sel inang akan memiliki
 - a. protein dari faga T2 dan DNA dari faga T4
 - b. protein dari faga T4 dan DNA dari faga T2
 - c. campuran antara DNA dan protein dari faga
 - d. protein dan DNA dari faga T2
 - e. protein dan DNA dari faga T4
5. Vaksin yang dapat diberikan secara oral (melalui mulut) adalah vaksin untuk mencegah wabah penyakit
 - a. demam berdarah
 - b. trakom
 - c. rabies
 - d. polio
 - e. cacar
6. Ahli biologi yang pertama kali mengetahui tanaman tembakau terserang organisme yang sangat kecil (virus) adalah
 - a. edward Janner
 - b. ivanowsky
 - c. stanley Miller
 - d. beijerink
 - e. antony van leeuwenhoek
7. Medium yang paling cocok untuk menumbuhkan virus adalah
 - a. agar-agar
 - b. telur ayam busuk
 - c. embrio ayam yang masih hidup
 - d. embrio tikus putih yang sudah mati
 - e. ekstrak agar-agar ditambah glukosa

8. Virus dikatakan juga sebagai benda mati karena
 - a. sangat kecil dan tidak dapat bereproduksi
 - b. dapat dikristalkan
 - c. struktur tubuh tidak memiliki nukleus seperti makhluk hidup lainnya
 - d. melakukan tahapan replikasi
 - e. tidak memiliki DNA atau RNA
9. Salah satu sifat dari virus adalah
 - a. dapat hidup pada sel hidup dan tidak hidup
 - b. memiliki inti sel dan organel sel
 - c. hanya menginfeksi sel yang memiliki kesesuaian protein
 - d. dapat dilihat menggunakan mikroskop cahaya
 - e. selnya berbentuk coccus
10. Virus RNA membutuhkan pasokannya sendiri atas enzim-enzim tertentu karena
 - a. virus tersebut secara cepat akan dihancurkan oleh sel inang
 - b. sel inang tidak memiliki enzim RNA untuk membentuk RNA atau RNA untuk membentuk DNA
 - c. enzim-enzim tersebut mentranslasi mRNA virus menjadi protein
 - d. virus menggunakan enzim-enzim ini untuk penetrasi sel inang
 - e. enzim-enzim ini tidak dapat dibuat oleh sel inang

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

1. Virus hanya dapat hidup pada sel hidup atau bersifat parasit intraselluler obligat.
2. Genom manusia dan virus dapat berupa DNA untai tunggal atau DNA untai ganda atau RNA untai tunggal atau RNA untai ganda.
3. Siklus lisogenik merupakan siklus replikasi genom virus tanpa menghancurkan sel inang, dengan kata lain faga berintegrasi ke dalam kromosom bakteri.
4. Virus HIV dapat ditularkan oleh gigitan nyamuk yang telah terinfeksi oleh darah yang dihisap dari penderita AIDS.
5. Virus Temperata (λ) dapat bereplikasi dengan menjalankan cara siklus litik dan lisogenik.



C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B	
1.	Dasar penentuan nama virus.	a	Iksohedra
2.	Bentuk kapsid virus Bakteriofaga (T2, T4 dan T6).	b	Litik I
3.	Replikasi genom virus yang pada akhirnya menyebabkan kematian sel inang.	c	Virus influenza
4.	Contoh virus yang bermutasi menjadi virus jenis baru sehingga imunitas yang terbentuk tidak dapat menghadapi serangan virus jenis baru ini.	d	RNA atau DNA
5.	Varian atau derivat yang tidak merusak dari virus patogenik yang menstimulasi sistem imun untuk membangun sistem pertahanan tubuh yang kuat agar dapat melawan patogen yang sesungguhnya.	e	Vaksin

D. Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan lima ciri-ciri dari virus!
2. Apakah yang dimaksud dengan genom?
3. Penamaan virus berdasarkan asam nukleat yang dikandungnya sehingga ada yang dikelompokkan menjadi virus RNA dan virus DNA, berikan tiga contoh sari masing-masing kelompok tersebut!
4. Apakah manfaat virus bagi kehidupan?
5. Jelaskan dengan contoh virus flu burung, apa yang dimaksud dengan virus memiliki kisaran inang?
6. Jelaskan perbedaan siklus litik dan lisogenik!
7. Jelaskan tiga faktor yang menyebabkan virus dapat menjadi masalah global!
8. Sebutkan dan jelaskan struktur virus!
9. Bagaimanakah agar kita tidak terinfeksi penyakit flu burung?
10. Sebutkan masing-masing empat contoh penyakit yang disebabkan oleh virus pada tanaman, hewan dan manusia!

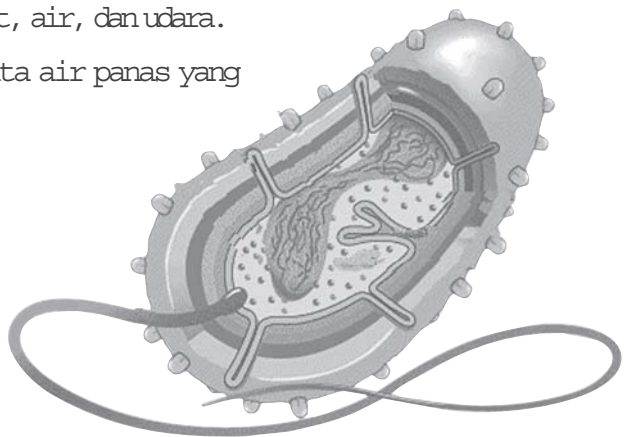
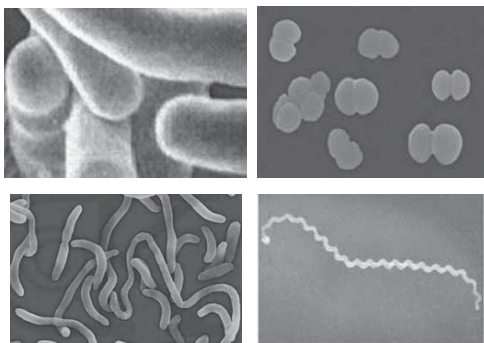
E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan di bawah ini!

Wabah influenza pada tahun 1918 dianggap oleh sebagian besar ahli epidemiologi sebagai pandemik terparah sepanjang sejarah umat manusia. Lebih dari 21 juta orang meninggal akibat penyakit tersebut di seluruh dunia, dengan lebih dari 700 ribu kematian dilaporkan terjadi di Amerika. Akhirnya ini para ilmuwan menyadari bahwa materi genetik virus dapat diperoleh yaitu menggunakan contoh jaringan yang dikumpulkan pada tahun 1918 dari para prajurit yang mati dan beberapa teknik biologi molekuler, para ilmuwan dapat mengisolasi dan memperbanyak beberapa gen virus. Mengapa penyakit ini mematikan, belum diketahui dengan jelas, tetapi banyak pihak telah menyarankan bahwa informasi ini dibiarkan saja tidak terungkap.

Bagaimana menurut anda tentang pendapat para ilmuwan tersebut? Apa keuntungan yang diperoleh dari penelitian ini?

Monera

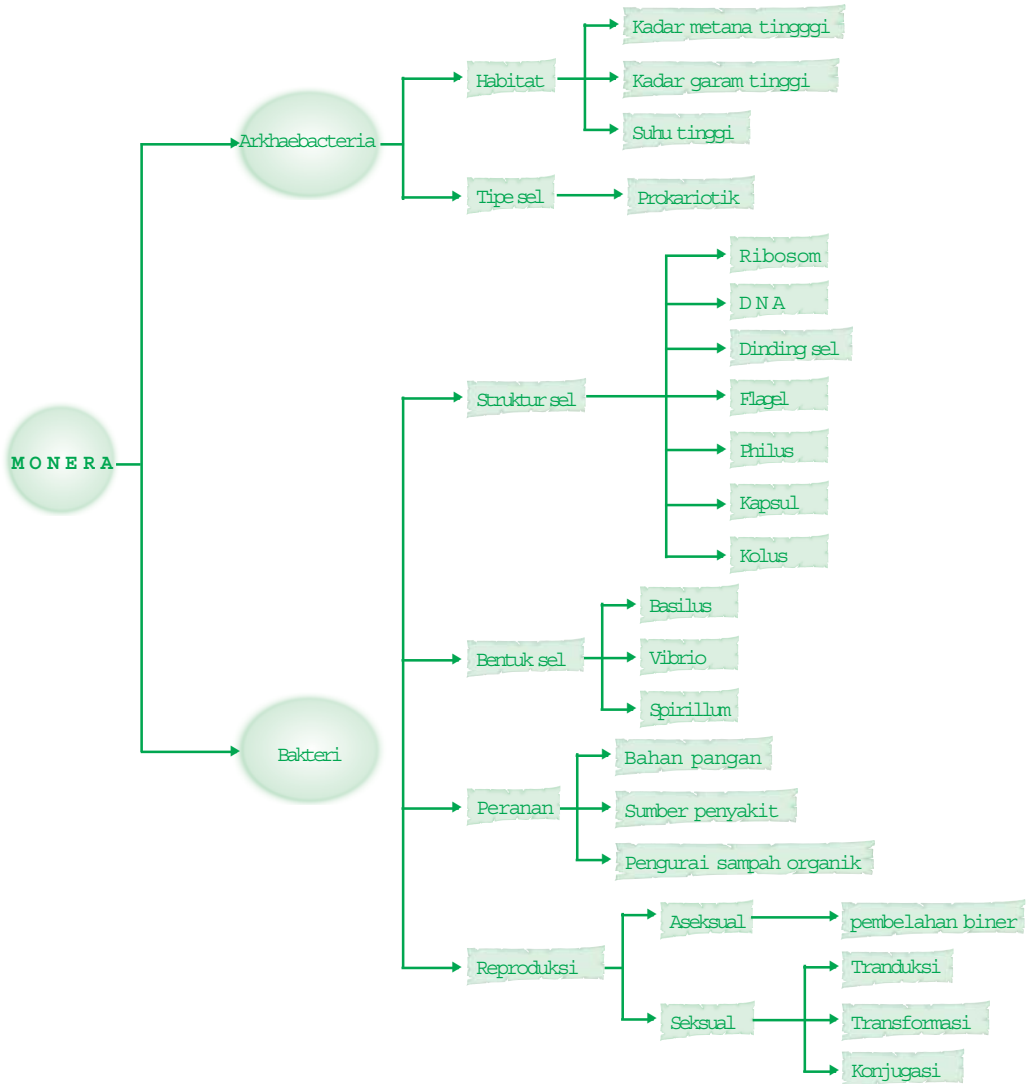
Bakteri dengan ukuran yang kecil (sekitar 0,7 - 1,3 mikron), sudah pasti luput dari perhatian kita, namun ia terdapat hampir di seluruh bagian bumi. Saat kalian baca buku ini pun bakteri ada di sekitar kalian dan jumlahnya sangat banyak sekali. Ia hidup di darat, air, dan udara. Bahkan bakteri ada yang hidup di mata air panas yang dapat membakar kulitmu.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat lebih mengenal organisme monera dengan mengidentifikasi ciri-ciri morfologinya dan peranannya bagi kehidupan di muka bumi.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

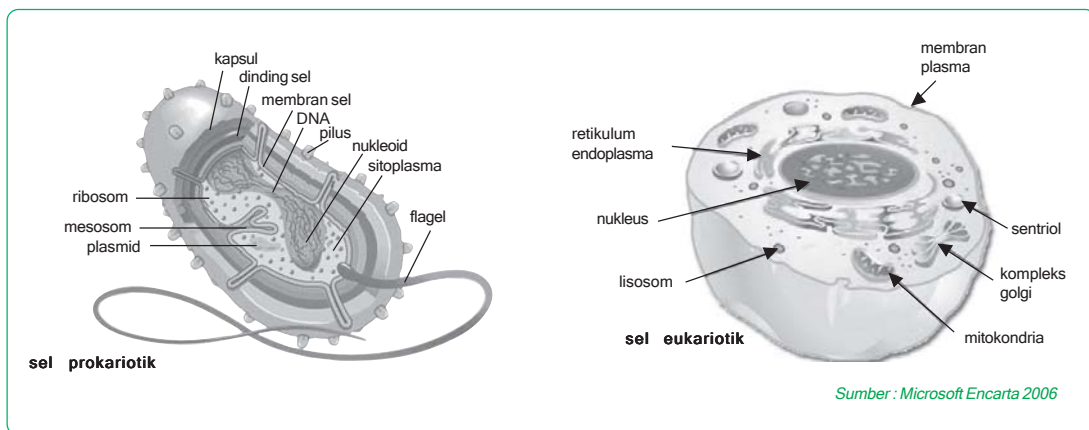
- monera, DNA, ribosom, membran sel, pilus, gram positif, gram negatif, pathogen, plasmid, flagel

Dalam hal dampak metabolisme dan jumlahnya, prokariota masih mendominasi biosfer, mengalahkan jumlah gabungan seluruh eukariota atau makhluk hidup lainnya. Jumlah prokariota yang hidup di ujung jarum, mulut atau kulit manusia jauh melebihi jumlah total manusia yang sudah pernah hidup di bumi. Prokariota juga merupakan organisme yang paling mudah berkembang biak dan memperbanyak populasinya. Prokariota juga dapat hidup pada habitat yang terlalu panas, terlalu dingin, terlalu asin, terlalu asam atau terlalu basa untuk eukariota apapun. Meskipun prokariota adalah mikroskopik, dampaknya pada bumi dan seluruh kehidupan sangat luar biasa. Hanya sebagian kecil saja prokariota yang merugikan kehidupan sedangkan sebagian besar prokariota sangat menguntungkan bagi kehidupan di muka bumi ini. Sebagai contoh, prokariota tertentu merombak bahan-bahan dari organisme yang telah mati dan mengembalikan unsur kimia yang penting, yaitu senyawa anorganik yang sangat dibutuhkan oleh tumbuhan yang kemudian akan dikonsumsi manusia dan hewan. Pada bab ini kamu akan menelusuri dunia Prokariota atau yang disebut dengan Monera. Mungkin kamu masih bertanya-tanya, organisme apakah Monera? Apa perbedaan Prokariota dan Eukariota?

A.

Perbedaan Prokariota dan Eukariota

Prokariota memiliki ciri-ciri selnya tidak memiliki nukleus, materi genetiknya terkonsentrasi pada suatu daerah yang disebut nukleoid, tetapi tidak ada membran yang memisahkan daerah ini dari bagian sel lainnya. Sedangkan, pada eukariota memiliki nukleus sejati yang dibungkus oleh selubung nukleus, seluruh daerah di antara nukleus dan membran yang membatasi sel disebut sitoplasma. Didalamnya terletak organel-organel sel yang mempunyai bentuk dan fungsi terspesialisasi yang sebagian organel tersebut tidak ditemukan pada prokariotik. Flagel pada eukariotik lebih lebar sedangkan pada prokariotik memiliki flagell sepersepuluh flagel eukariotik. Organisasi seluler dan genetik prokariota berbeda secara mendasar dari organisme eukariota, prokariota memiliki genom yang lebih kecil dan lebih sederhana, kurang lebih prokariota memiliki genom seperseribu DNA eukariota. Membran prokariota telah mengalami spesialisasi, yakni adanya lipatan-lipatan ke arah dalam oleh membran plasma hasil sisa krista-krista mitokondria yang berfungsi dalam respirasi seluler prokariota aerobik. Genom prokariota hanya sebuah molekul DNA sirkular untai ganda, sedangkan eukariota memiliki molekul DNA linear yang berasosiasi dengan protein.



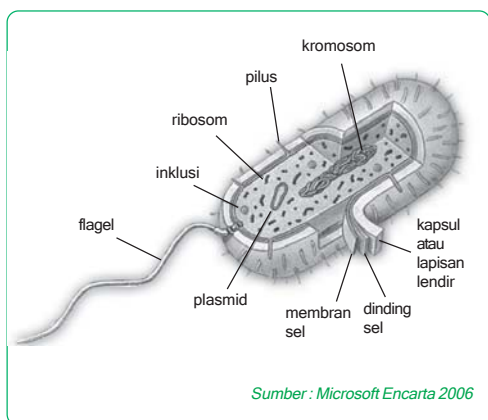
Gambar 4.1
Organisme yang memperlihatkan perbedaan prokariotik dengan eukariotik

B.

Struktur Fungsi dan Cara Reproduksi Monera (Prokariota)

1. Struktur, bentuk, dan ukuran tubuh bakteri

Bakteri memiliki bentuk sel yang bervariasi, bulat (coccus), batang (bacillus) dan lengkung (vibrio, coma atau spiral). Umumnya sel bakteri yang berbentuk bulat berdiameter sekitar 0,7 - 1,3 mikron. Sedangkan sel bakteri berbentuk batang lebarnya sekitar 0,2 - 2,0 mikron dan panjangnya 0,7 - 3,7 mikron.



Gambar 4.2
Struktur monera

Bagian tubuh bakteri pada umumnya dapat dibagi atas 3 bagian yaitu dinding sel, protoplasma (di dalamnya terdapat membran sel, mesosom, lisosom, DNA, endospora), dan bagian yang terdapat di luar dinding sel seperti kapsul, flagel, pilus. Di antara bagian-bagian tersebut ada yang selalu didapatkan pada sel bakteri, yaitu membran sel, ribosom dan DNA. Bagian-bagian ini disebut sebagai invarian. Sedangkan bagian-bagian yang tidak selalu ada pada setiap sel bakteri, misalnya dinding sel, flagel, pilus, dan kapsul. Bagian-bagian ini disebut varian. Untuk lebih jelasnya coba anda cermati gambar disamping ini!

Tujuan: mendeskripsikan bakteri berdasarkan letak flagellanya.

- Ambil koloni bakteri dengan pinset pada kentang rebus yang telah dibiarkan selama 5 hari, kemudian oleskan pinset tersebut pada kaca preparat (*object glass*) dan beri satu tetes air.
- Panaskan kaca preparat tersebut dengan tujuan agar air cepat menguap sehingga kering.
- Tetesi preparat dengan metilen blue atau tinta cina.
- Tutup preparat dengan kaca penutup (*deck glass*) sampai benar-benar tidak ada gelembung pada objek yang akan diamati.
- Amati di bawah mikroskop dengan perbesaran lemah terlebih dahulu dan jika sudah diketemukan objek pengamatan maka lakukan dengan perbesaran kuat.
- Gambar dan beri keterangan mengenai bentuk atau struktur bakteri yang telah diamati!

Susunan bagian-bagian utama sel bakteri, dijelaskan sebagai berikut.

a. Membran sel

Membran sel merupakan selaput yang membungkus sitoplasma beserta isinya, terletak di sebelah dalam dinding sel, tetapi tidak terikat erat dengan dinding sel. Bagi membran sel sangat vital, bagian ini merupakan batas antara bagian dalam sel dengan lingkungannya. Jika membran sel pecah atau rusak, maka sel bakteri akan mati.

Membran sel terdiri atas dua lapis molekul fosfolipid. Pada lapisan fosfo-lipid ini terdapat senyawa protein dan karbohidrat dengan kadar berbeda-beda pada berbagai sel bakteri.

b. Ribosom

Ribosom merupakan bagian sel yang berfungsi sebagai tempat sintesa protein. Bentuknya berupa butir-butir kecil dan tidak diselubungi membran. Ribosom tersusun atas protein dan RNA.

c. DNA (*Deoxyribonucleic Acid*)

DNA merupakan materi genetik, terdapat dalam sitoplasma. DNA bakteri berupa benang sirkuler (melingkar). DNA bakteri berfungsi sebagai pengendali sintesis protein bakteri dan pembawa sifat. DNA bakteri terdapat pada bagian menyerupai inti yang disebut nukleoid. Bagian ini tidak memiliki membran sebagaimana inti sel eukariotik.

Info Biologi

Jika kondisi lingkungan tidak mendukung. Bakteri akan membentuk spora pada protoplasmanya. Saat kondisi lingkungan kembali cocok, spora akan bersemi dan berkembang menjadi bakteri aktif.

d. Dinding sel

Dinding sel bakteri tersusun atas makromolekul peptidoglikan yang terdiri dari monomer-monomer tetrapeptidaglikan (polisakarida dan asam amino). Berdasarkan susunan kimia dinding selnya, bakteri dibedakan atas bakteri gram-positif dan bakteri gram-negatif. Susunan kimia dinding sel bakteri gram-negatif lebih rumit daripada bakteri gram-positif. Dinding sel bakteri gram-positif hanya tersusun atas satu lapis peptidoglikan yang relatif tebal, sedangkan dinding sel bakteri gram-negatif terdiri atas dua lapisan. Lapisan luar tersusun atas protein dan polisakarida, lapisan dalamnya tersusun atas peptidoglikan yang lebih tipis dibanding lapisan peptidoglikan pada bakteri gram-positif.

Dinding sel bakteri berfungsi untuk memberi bentuk sel, memberi kekuatan, melindungi sel dan menyelenggarakan pertukaran zat antara sel dengan lingkungannya.

e. Flagel

Flagel merupakan alat gerak bagi bakteri, meskipun tidak semua gerakan bakteri disebabkan oleh flagel. Flagel berpangkal pada protoplas, tersusun atas senyawa protein yang disebut flagelin, sedikit karbohidrat dan pada beberapa bakteri mengandung lipid. Jumlah dan letak flagel pada berbagai jenis bakteri bervariasi. Jumlahnya bisa satu, dua, atau lebih, dan letaknya dapat di ujung, sisi, atau pada seluruh permukaan sel. Jumlah dan letak flagel dijadikan salah satu dasar penggolongan bakteri.

f. Pilus

Pada permukaan sel bakteri gram-negatif seringkali terdapat banyak bagian seperti benang pendek yang disebut pilus atau fimbria (jamak dari pilus). Pilus merupakan alat lekat sel bakteri dengan sel bakteri lain atau dengan bahan-bahan padat lain, misalnya makanan sel bakteri.

Info Biologi

Nata de coco yang biasa kita makan sebenarnya berasal dari kapsul bakteri *Acetobacterium xylinum*

g. Kapsul

Kapsul merupakan lapisan lendir yang menyelubungi dinding sel bakteri. Pada umumnya kapsul tersusun atas senyawa polisakarida, polipeptida atau protein-polisakarida (glikoprotein). Kapsul berfungsi untuk perlindungan diri terhadap antibodi yang dihasilkan sel inang. Oleh karenanya kapsul hanya didapatkan pada bakteri patogen.

h. Endospora

Di antara bakteri ada yang membentuk endospora. Pembentukan endospora merupakan cara bakteri mengatasi keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan. Keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan antara lain: panas, dingin, kering, tekanan osmosis dan zat kimia tertentu. Jika kondisi lingkungan membaik maka endospora akan tumbuh menjadi sel bakteri. Endospora bakteri tidak berfungsi sebagai alat perkembangbiakan, tetapi sebagai alat perlindungan diri.

Aktivitas Sains

Tugas deskripsi

Tujuan: mendeskripsikan bakteri berdasarkan letak flagellanya.

1. Carilah literatur dari perpustakaan ataupun melalui internet mengenai bentuk-bentuk bakteri berdasarkan letak flagellanya.
2. Gambarlah pada kertas gambar A4, lalu berilah keterangan!

2. Penggolongan bakteri

a. Berdasarkan bentuk tubuhnya

1) Kokus (bulat)

- a) Streptokokus, misalnya *Streptococcus pyogenes*, *S. thermophilus*, *S. lactis*.
- b) Stafilokokus, misalnya *Staphylococcus aureus*.
- c) Diplokokus, misalnya *Diplococcus pneumoniae*

2) Basil (batang)

- a) Basilus, misalnya *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Lactobacillus*.
- b) Streptobasil, misalnya *Azotobacter*, *Bacillus anthracis*.

3) Vibrio (koma)

Vibrio, misalnya *Vibrio cholerae*.

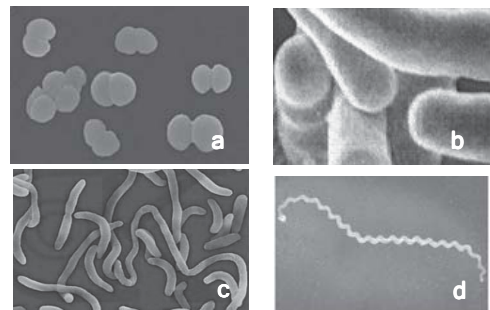
4) Spirillum (spiral)

Spirillum, misalnya *Treponema pallidum*.

b. Berdasarkan kedudukan flagela pada selnya

1) Monotrik

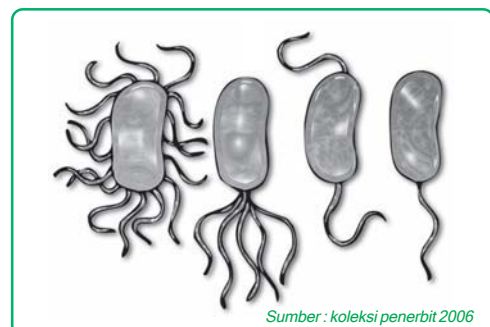
Monotrik, berflagel satu pada salah satu ujung.



Sumber : naturamediterraneo.com

■ Gambar 4.3

Bentuk-bentuk monera, (a) Kokus, (b) Basil, (c) Vibrio, (d) Spirillum.



Sumber : koleksi penerbit 2006

■ Gambar 4.4

Berbagai bakteri berdasarkan flagelnya

2) **Amfitrik**

Amfitrik, flagel masing-masing satu pada kedua ujung.

3) **Lofotrik**

Lofotrik, berflagel banyak di satu ujung.

4) **Peritrik**

Peritrik, berflagel banyak pada semua sisi tubuh.

c. Berdasarkan pewarnaan Gram (Gram strain)

1) **Bakteri gram-positif**

Bakteri gram-positif, dinding sel lebih sederhana, banyak mengandung peptidoglikan. Misalnya *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan *Aerococcus*.

2) **Bakteri gram-negatif**

Bakteri gram-negatif, dinding sel lebih kompleks, peptidoglikan lebih sedikit. Misalnya *Escherichia*, *Citrobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Chromabacterium*, *Flavobacterium*.

d. Berdasarkan kebutuhan oksigen

1) **Bakteri aerob**

Bakteri aerob, bakteri yang membutuhkan oksigen bebas untuk mendapatkan energi, misalnya *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrosococcus*.

2) **Bakteri anaerob**

Bakteri anaerob, tidak membutuhkan oksigen bebas untuk mendapatkan energi, misalnya *Micrococcus denitrificans*.

e. Berdasarkan cara memperoleh makanan (bahan organik)

1) **Autotrop**

Autotrop, menyusun makanan sendiri dari bahan-bahan anorganik.

Bakteri autotrop, berdasarkan sumber energinya dibedakan atas: fotoautotrop (sumber energi dari cahaya) dan kemoautotrop (sumber energi dari hasil reaksi kimia).

2) **Heterotrop**

Heterotrop, tidak menyusun makanan sendiri, memanfaatkan bahan organik jadi yang berasal dari organisme lain. Termasuk bakteri heterotrop adalah bakteri saprofit, yaitu bakteri yang mendapat makanan dengan menguraikan sisa-sisa organisme.

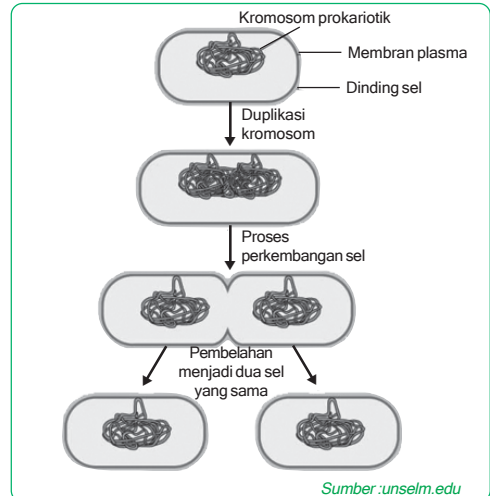
2. Reproduksi pada Monera

a. Reproduksi aseksual

Pada umumnya bakteri berkembang biak dengan pembelahan biner, artinya pembelahan terjadi secara langsung, dari satu sel membelah menjadi dua sel anakan. Masing-masing sel anakan akan membentuk dua sel anakan lagi, demikian seterusnya.

Proses pembelahan biner diawali dengan proses replikasi DNA menjadi dua kopi DNA identik, diikuti pembelahan sitoplasma dan akhirnya terbentuk dinding pemisah di antara kedua sel anak bakteri.

Perhatikan gambar skematik pembelahan biner sel bakteri di samping!



■ Gambar 4.5
Skema pembelahan biner pada *Streptococcus faecalis*

Bagaimanakah kecepatan pertumbuhan populasi bakteri? Mengapa bakteri patogen tetap ada sekalipun berbagai antibiotik pelawannya telah digunakan? Mengapa tidak juga dipenuhi oleh bakteri? Coba anda lakukan aktivitas di bawah ini!

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: menghitung pertambahan populasi bakteri

Bakteri *Escherichia coli* membelah setiap 20 menit, artinya satu sel bakteri *E. coli* melalui proses pembelahan biner, 20 menit kemudian menjadi 2 sel bakteri.

1. Hitunglah berapa besar populasi *E. coli* jika satu sel bakteri membelah dalam waktu 24 jam! Berapa pula besar populasinya jika membelah dalam waktu seminggu (7 hari)?
2. Lakukanlah kajian kepustakaan untuk menjawab masalah berikut ini!
 - a. Berbagai antibiotik pelawan bakteri telah ditemukan dan digunakan untuk mengatasi berbagai penyakit yang disebabkan infeksi bakteri. Mengapa bakteri patogen penyebab penyakit tidak pernah musnah?
 - b. Jika bakteri berkembang dengan pesat, mengapa dunia ini tidak dipenuhi dengan bakteri?

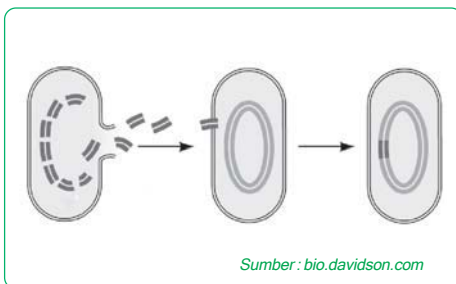
b. Reproduksi seksual

Bakteri berbeda dengan eukariota dalam hal cara penggabungan DNA yang datang dari dua individu ke dalam satu sel. Pada eukariota, proses seksual secara meiosis dan fertilisasi mengkombinasi DNA

dari dua individu ke dalam satu zigot. Akan tetapi, jenis kelamin yang ada pada eukariota tidak terdapat pada prokariota. Meiosis dan fertilisasi tidak terjadi, sebaliknya ada proses lain yang akan mengumpulkan DNA bakteri yang datang dari individu-individu yang berbeda. Proses-proses ini adalah pembelahan transformasi, transduksi dan konjugasi.

1) Transformasi

Dalam konteks genetika bakteri, transformasi merupakan perubahan suatu genotipe sel bakteri dengan cara mengambil DNA asing dari lingkungan sekitarnya. Misalnya, pada bakteri *Streptococcus pneumoniae* yang tidak berbahaya dapat ditransformasi menjadi sel-sel penyebab pneumonia dengan cara mengambil DNA dari medium yang mengandung sel-sel strain patogenik yang mati. Transformasi ini terjadi ketika sel nonpatogenik hidup mengambil potongan DNA yang kebetulan mengandung alel untuk patogenisitas (gen untuk suatu lapisan sel yang melindungi bakteri dari sistem imun inang) alel asing tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kromosom bakteri menggantikan alel aslinya untuk kondisi tanpa pelapis. Proses ini merupakan rekombinasi genetik - perputaran segmen DNA dengan cara pindah silang (crossing over). Sel yang ditransformasi ini sekarang memiliki satu kromosom yang mengandung DNA, yang berasal dari dua sel yang berbeda.



■ Gambar 4.6
Reproduksi bakteri dengan jalan transformasi

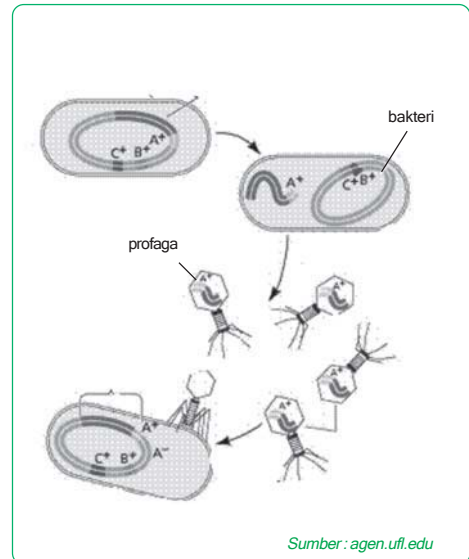
Bertahun-tahun setelah transformasi ditemukan pada kultur laboratorium, sebagian besar ahli biologi percaya bahwa proses tersebut terlalu jarang dan terlalu kebetulan, sehingga tidak mungkin memainkan peranan penting pada populasi bakteri di alam. Tetapi, para saintis sejak saat itu telah mempelajari bahwa banyak spesies bakteri dipermukaannya memiliki protein yang terspesialisasi untuk mengambil DNA dari larutan sekitarnya.

Protein-protein ini secara spesifik hanya mengenali dan mentransfer DNA dari spesies bakteri yang masih dekat kekerabatannya. Tidak semua bakteri memiliki protein membran seperti ini. Seperti contohnya, *E. Coli* sepertinya sama sekali tidak memiliki mekanisme yang terspesialisasi untuk menelan DNA asing. Walaupun demikian, menempatkan *E. Coli* di dalam medium kultur yang mengandung konsentrasi ion kalsium yang relatif tinggi secara artifisial akan merangsang sel-sel untuk menelan sebagian kecil DNA. Dalam bioteknologi, teknik ini diaplikasikan untuk memasukkan gen-gen asing ke dalam *E. Coli*, gen-gen yang mengkode protein yang bermanfaat, seperti insulin manusia dan hormon pertumbuhan.

2) Transduksi

Pada proses transfer DNA yang disebut transduksi, faga membawa gen bakteri dari satu sel inang ke sel inang lainnya. Ada dua bentuk transduksi yaitu transduksi umum dan transduksi khusus. Keduanya dihasilkan dari penyimpangan pada siklus reproduktif faga.

Diakhir siklus litik faga, molekul asam nukleat virus dibungkus di dalam kapsid, dan faga lengkapnya dilepaskan ketika sel inang lisis. Kadangkala sebagian kecil dari DNA sel inang yang terdegradasi menggantikan genom faga. Virus seperti ini cacat karena tidak memiliki materi genetik sendiri. Walaupun demikian, setelah pelepasannya dari inang yang lisis, faga dapat menempel pada bakteri lain dan menginjeksikan bagian DNA bakteri yang didapatkan dari sel pertama. Beberapa DNA ini kemudian dapat menggantikan daerah homolog dari kromosom sel kedua. Kromosom sel ini sekarang memiliki kombinasi DNA yang berasal dari dua sel sehingga rekombinasi genetik telah terjadi. Jenis transduksi ini disebut dengan transduksi umum karena gen-gen bakteri ditransfer secara acak.



■ **Gambar 4.7**
*Reproduksi bakteri
dengan jalan transduksi*

Untuk transduksi khusus memerlukan infeksi oleh faga temperat, dalam siklus lisogenik genom faga temperat terintegrasi sebagai profaga ke dalam kromosom bakteri inang, di suatu tempat yang spesifik. Kemudian ketika genom faga dipisahkan dari kromosom, genom faga ini membawa serta bagian kecil dari DNA bakteri yang berdampingan dengan profaga. Ketika suatu virus yang membawa DNA bakteri seperti ini menginfeksi sel inang lain, gen-gen bakteri ikut terinjeksi bersama-sama dengan genom faga. Transduksi khusus hanya mentransfer gen-gen tertentu saja, yaitu gen-gen yang berada di dekat tempat profaga pada kromosom tersebut.

c. Konjugasi dan Plasmid

Konjugasi merupakan transfer langsung materi genetik antara dua sel bakteri yang berhubungan sementara. Proses ini, telah diteliti secara tuntas pada *E. Coli*. Transfer DNA adalah transfer satu arah, yaitu satu sel mendonasi (menyumbang) DNA, dan "pasangannya" menerima gen. Donor DNA, disebut sebagai "jantan", menggunakan alat yang disebut pilus untuk menempel pada resipien (penerima)

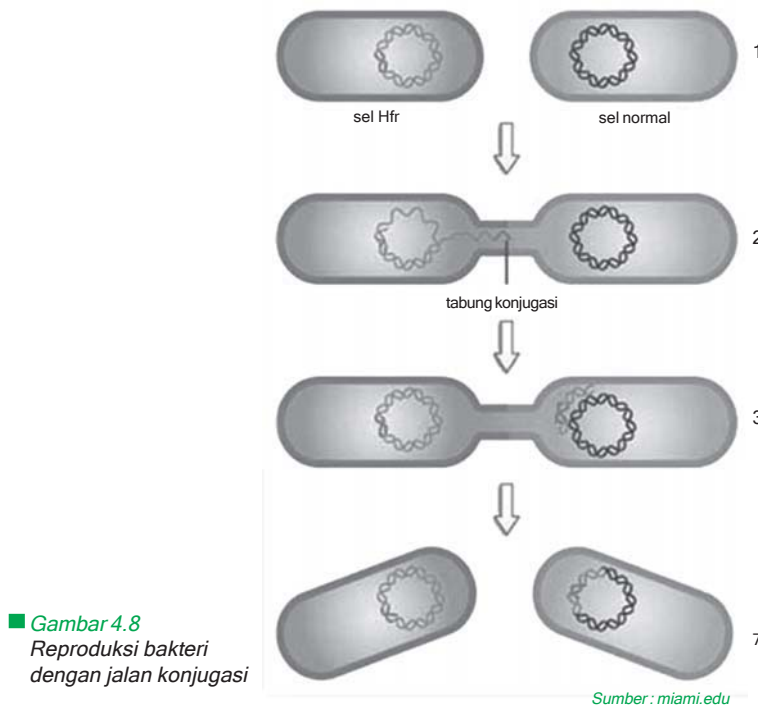
DNA dan disebut sebagai "betina". Kemudian sebuah jembatan sitoplasmik sementara akan terbentuk diantara kedua sel tersebut, menyediakan jalan untuk transfer DNA.

Plasmid adalah molekul DNA kecil, sirkular dan dapat bereplikasi sendiri, yang terpisah dari kromosom bakteri. Plasmid-plasmid tertentu, seperti plasmid f, dapat melakukan penggabungan reversibel ke dalam kromosom sel. Genom faga bereplikasi secara terpisah di dalam sitoplasma selama siklus litik, dan sebagai bagian integral dari kromosom inang selama siklus lisogenik. Plasmid hanya memiliki sedikit gen, dan gen-gen ini tidak diperlukan untuk pertahanan hidup dan reproduksi bakteri pada kondisi normal. Walaupun demikian, gen-gen dari plasmid ini dapat memberikan keuntungan bagi bakteri yang hidup di lingkungan yang banyak tekanan. Contohnya, plasmid f mempermudah rekombinasi genetik, yang mungkin akan menguntungkan bila perubahan lingkungan tidak lagi mendukung strain yang ada di dalam populasi bakteri.

Plasmid f, terdiri dari sekitar 25 gen, sebagian besar diperlukan untuk memproduksi piliseks. Ahli-ahli genetika menggunakan simbol f⁺ (dapat diwariskan). Plasmid f bereplikasi secara sinkron dengan DNA kromosom, dan pembelahan satu sel f⁺ biasanya menghasilkan dua keturunan yang semuanya merupakan f⁺. Sel-sel yang tidak memiliki faktor f diberi simbol f⁻, dan mereka berfungsi sebagai recipien DNA ("betina") selama konjugasi. Kondisi f⁺ adalah kondisi yang "menular" dalam artian sel f⁺ dapat memindah sel f⁻ menjadi sel f⁺ ketika kedua sel tersebut berkonjugasi. Plasmid f bereplikasi di dalam sel "jantan", dan sebuah salinannya ditransfer ke sel "betina" melalui saluran konjugasi yang menghubungkan sel-sel tersebut. Pada perkawinan f⁺ dengan f⁻ seperti ini, hanya sebuah plasmid f yang ditransfer.

Gen-gen dari kromosom bakteri tersebut ditransfer selama konjugasi ketika faktor f dari donor sel tersebut terintegrasi ke dalam kromosomnya. Sel yang dilengkapi dengan faktor f dalam kromosomnya disebut sel Hfr (high frequency of recombination atau rekombinasi frekuensi tinggi). Sel Hfr tetap berfungsi sebagai jantan selama konjugasi, mereplikasi DNA faktor f dan mentransfer salinannya ke f⁻ pasangannya. Tetapi sekarang, faktor f ini mengambil salinan dari beberapa DNA kromosom bersamanya. Gerakan acak bakteri biasanya mengganggu konjugasi sebelum salinan dari kromosom Hfr dapat seluruhnya dipindahkan ke sel f⁻. Untuk sementara waktu sel resipien menjadi diploid parsial atau sebagian, mengandung kromosomnya sendiri ditambah dengan DNA yang disalin dari sebagian kromosom donor. Rekombinasi dapat terjadi

jika sebagian DNA yang baru diperoleh ini terletak berdampingan dengan daerah homolog dari kromosom F-, segmen DNA dapat dipertukarkan. Pembelahan biner pada sel ini dapat menghasilkan sebuah koloni bakteri rekombinan dengan gen-gen yang berasal dari dua sel yang berbeda, dimana satu dari strain-strain bakteri tersebut sebenarnya merupakan Hfr dan yang lainnya adalah F.



Keterangan gambar 4.9

1. Sel bakteri Hfr bertemu dengan sel bakteri normal.
2. Terbentuk tabung konjugasi, lalu terjadi perpindahan DNA dan sel Hfr ke sel normal.
3. Terjadi rekombinasi DNA pada sel normal.
4. Kedua sel bakteri berpindah.

Pada tahun 1950-an, pakar-pakar kesehatan jepang mulai memperhatikan bahwa beberapa pasien rumah sakit yang menderita akibat disentri bakteri, yang menyebabkan diare parah, tidak memberikan respons terhadap antibiotik yang biasanya efektif untuk pengobatan infeksi jenis ini. Tampaknya, resistensi terhadap antibiotik ini perlahan-lahan telah berkembang pada strain-strain *Shigella sp.* tertentu, suatu bakteri patogen. Akhirnya, peneliti mulai mengidentifikasi gen-gen spesifik yang menimbulkan resistensi antibiotik pada *Shigella* dan bakteri patogenik lainnya. Beberapa gen-gen tersebut, mengkode enzim yang secara spesifik menghancurkan

beberapa antibiotik tertentu, seperti tetrasiklin atau ampisilin. Gen-gen yang memberikan resistensi ternyata di bawa oleh plasmid. Sekarang dikenal sebagai plasmid R (R untuk resistensi).

Pemaparan suatu populasi bakteri dengan suatu antibiotik spesifik baik di dalam kultur laboratorium maupun di dalam organisme inang akan membunuh bakteri yang sensitif terhadap antibiotik, tetapi hal itu tidak terjadi pada bakteri yang memiliki plasmid R yang dapat mengatasi antibiotik. Teori seleksi alam memprediksi bahwa, pada keadaan-keadaan seperti ini, akan semakin banyak bakteri yang akan mewarisi gen-gen yang menyebabkan resistensi antibiotik. Konsekuensi medisnya pun terbaca, yaitu strain patogen yang resisten semakin lama semakin banyak, membuat pengobatan infeksi bakteri tertentu menjadi semakin sulit. Permasalahan tersebut diperparah oleh kenyataan bahwa plasmid R, seperti plasmid F, dapat berpindah dari satu sel bakteri ke sel bakteri lainnya melalui konjugasi.

C.

Monera dan Pengaruhnya bagi Kehidupan

Sebelum membahas secara rinci organisme yang termasuk kingdom Monera secara lebih mendalam, akan lebih baik kita mengetahui terlebih dahulu letak kingdom monera (Prokariota) dalam sistem klasifikasi yang telah dihasilkan oleh ilmuwan-ilmuwan yang terus bekerja untuk mengungkap dunia Monera ini.

Klasifikasi 5 kingdom dibandingkan skema klasifikasi alternatif yang baru-baru ini dikemukakan sebagai acuan klasifikasi terbaru dengan data-data yang lebih baru, yaitu berdasarkan urutan basa dalam RNA, ternyata belum ditanggapi secara antusias oleh ilmuwan-ilmuwan ahli klasifikasi prokariota, dengan alasan menunggu data yang lebih banyak lagi, baru dapat disetujui menjadi sistem klasifikasi yang baku atau kongkret. Berdasarkan apakah sistem klasifikasi prokariota ini ditetapkan, kita akan bahas pada subbab ini.

1. Sistem lima kingdom

Sistem lima kingdom mengakui adanya dua jenis sel yang berbeda secara mendasar, yaitu prokariota dan eukariota, dan memisahkan prokariota dari semua eukariota dengan menempatkannya dalam kingdom tersendiri, yaitu Monera. Dengan mengumpulkan semua prokariota ke dalam kingdom Monera, sistem lima kingdom berbeda dari sistem klasifikasi yang terdahulu, sistem 2 kingdom, yaitu plantae dan animalia yang didasarkan atas cara memperoleh makanannya. Sistem lima kingdom terdiri dari:

- a. Monera, meliputi organisme uniseluler yang bersifat prokariotik, termasuk di dalamnya adalah Eubacteria (bakteri) dan Cyanophyta (alga biru hijau).
- b. Protista, meliputi organisme uniseluler yang bersifat eukariotik, termasuk ke dalamnya adalah protozoa, alga, jamur bersel satu.
- c. Plantae, meliputi organisme bersel banyak (multiseluler) dan selnya memiliki dinding sel serta memiliki klorofil dan bersifat autotrop.
- d. Fungi, meliputi organisme multiseluler, berbentuk benang/hifa, tidak memiliki klorofil dan bersifat heterotrop.
- e. Animalia, meliputi organisme bersel banyak yang sel-selnya tidak memiliki dinding sel, tidak berklorofil dan bersifat heterotrop.

2. Sistem klasifikasi tiga Domain

Sistem klasifikasi tiga Domain memberi penekanan lebih pada pemisahan evolusioner awal antara bakteri dan arkhae dengan cara menggunakan suatu takson superkingdom yang disebut dengan Domain. Para ahli sistematika masih berada dalam proses pemisahan kingdom-kingdom prokariota didalam domain bakteri dan arkhae. Domain Eukariot terdiri atas semua kingdom organisme eukariota. Sistem ini menekankan keanekaragaman biologis diantara protista.

- a. Domain Bakteria
- b. Domain Archaea
- c. Domain Eukarya

Dari kedua sistem klasifikasi yang dimunculkan diatas, yang penting untuk dipahami adalah bahwa adanya informasi baru mengenai topik yang menyangkut keanekaragaman biologis pada level taksonomik yang paling tinggi yaitu superkingdom. Sehingga biologi sebagai ilmu yang bersifat dinamis akan selalu membuka cakrawala baru sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesatnya saat ini.

Setelah kita mengetahui letak monera pada sistem klasifikasi, maka pembahasan kita selanjutnya adalah pengaruh dari organisme monera bagi kehidupan kita. Pada klasifikasi lima kingdom Monera terbagi menjadi dua kelompok, yaitu Bakteri dan Cyanophyta atau ganggang hijau biru.

3. Peranan bakteri

a. Bakteri fotosintetik

Sebagaimana tumbuhan hijau, bakteri fotosintetik menggunakan energi cahaya matahari untuk mereduksi karbon dioksida menjadi

Ingatlah

Semua prokariota dalam klasifikasi yang telah baku yaitu sistem lima kingdom berada dalam satu kingdom Monera, dengan ciri-ciri semua organismenya tidak memiliki selubung inti.

karbohidrat. Akan tetapi, berlawanan dengan fotosintetis pada tumbuhan hijau, sumber elektron bakteri bukan air. Bakteri belerang ungu dan bakteri belerang hijau menggunakan hidrogen sulfida (H_2S) untuk menyediakan elektron yang diperlukan dalam mensintesis energi. Dalam proses itu bakteri tersebut menghasilkan unsur belerang.

Bakteri fotosintetik mengandung bentuk klorofil khusus yang disebut bakteriklorofil yang tergabung di dalam membran mesosom. Dengan peralatan ini, bakteri dapat menjalankan fotosistem I tetapi tidak fotosistem II (yang menerangkan ketidakmampuannya menggunakan H_2O sebagai sumber elektron).

Kebanyakan bakteri fotosintetik itu anaerob obligat, mereka tidak tahan terhadap oksigen bebas. Jadi terbatas pada habitat, seperti permukaan sedimen di dasar kolam. Di tempat-tempat seperti itu, mereka memanfaatkan energi cahaya apapun yang melalui ganggang hijau dan tumbuhan air yang tumbuh dalam air di atasnya. Spektrum absorpsi pada bakteri klorofil sebagian besar terletak di daerah spektrum infra merah sehingga mereka dapat menangkap energi yang tak tertangkap oleh alga di atas mereka.

Bakteri fotosintetis dapat mengikat N_2 menjadi bentuk senyawa misalnya NH_3 dan NO_3^- .

b. Bakteri kemoautotrop



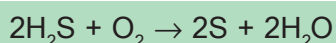
Sumber: una.edu

■ Gambar 4.9

Bintil-bintil akar pada tanaman polong yang merupakan koloni bakteri *Rhizobium*

Beberapa bakteri tak berwarna juga mempunyai kemampuan seperti organisme berklorofil, yaitu mampu membuat karbohidrat dari bahan mentah anorganik, tetapi mereka tidak menggunakan energi cahaya untuk melakukan hal itu. Pengubahan karbon dioksida menjadi karbohidrat dapat pula terjadi dalam sel-sel hewan seperti pada sel-sel tumbuhan. Reaksi "gelap" yang menentukan juga diketahui berlangsung dalam sel-sel bakteri kemoautotrop. Mereka memperoleh energi dan elektron-elektron dengan melaksanakan oksidasi beberapa substansi

tereduksi yang ada di alam sekitarnya. Energi bebas tersedia oleh oksidasi ini kemudian digunakan untuk pembuatan karbohidrat. Bakteri belerang yang kemoautotrop mengoksidasi H_2S di tempat tinggalnya (mata air belerang) sehingga menghasilkan energi. Reaksinya sebagai berikut.



$$\Delta G = 100 \text{ kkal}$$

Keterangan:

ΔG = perubahan energi

Kemudian energi ini dapat mereka pakai untuk mereduksi karbondioksida menjadi karbohidrat dengan cara yang sama seperti yang dilakukan bakteri belerang fotosintetik.

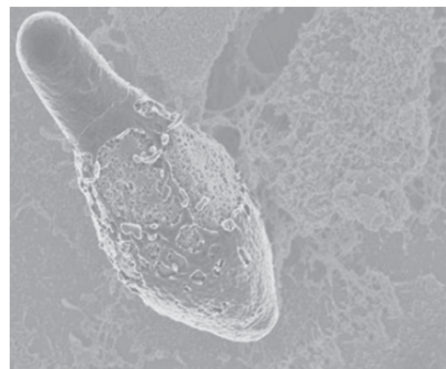


Kelompok bakteri kemoautotrop lainnya ialah bakteri besi. (mereka bertanggung jawab atas sisik kecoklat-coklatan yang terbentuk di dalam tangki air atau toilet kakus). Mereka menyelesaikan oksidasi senyawa besi yang teroksidasi sebagian dan mampu merangkaikan energi yang dihasilkan oksidasi ini untuk mensintesis karbohidrat.

Bakteri nitrifikasi juga kemoautotrof, mereka melakukan oksidasi NH_3 yang dihasilkan dari protein oleh bakteri heterotrof dari hasil perombakan menjadi nitrat. Oksidasi ini menghasilkan energi untuk mendorong reaksi sintesis bakteri tersebut. Nitrat yang dihasilkan menyediakan keperluan nitrogen bagi tumbuhan.

c. Batang gram positif

Genus *Clostridium* merupakan contoh genus yang termasuk ke dalam batang gram positif yang terdiri atas bakteri pembentukan spora yang bersifat anaerobik obligat yang tak tahan hidup bila terkena oksigen. Beberapa diantaranya mengeluarkan toksin yang kuat. Spora *Clostridium tetani* tersebar luas di tanah dan acapkali dapat memasuki tubuh kita. Luka misalnya karena pecahan gelas, paku atau jarum kotor para pencandu narkotik memiliki resiko besar terinfeksi bakteri ini karena luka tersebut dapat menimbulkan keadaan anaerobik yang diperlukan untuk perkembangan dan pertumbuhan organisme tersebut. Bila hal ini terjadi maka dilepaskan toksin protein, zat ini menghalangi sinapsis inhibitorin pada jaringan saraf tulang punggung (tali spinal) dan otak. Akibatnya penghambatan yang timbal balik dari pasangan otot antagonis menjadi terhenti. Dan korbannya menderita kejang otot yang hebat. Penyakit ini disebut tetanus, berkat imunisasi yang hampir universal melawan toksin itu maka perubahan kimiawi toksin menghasilkan toksoid tak berbahaya yang masih mempertahankan determinan antigen toksin tersebut. Bila digabungkan dengan suatu vaksin, maka toksoid memberikan imunisasi yang relatif berumur panjang untuk melawan efek toksinnya.

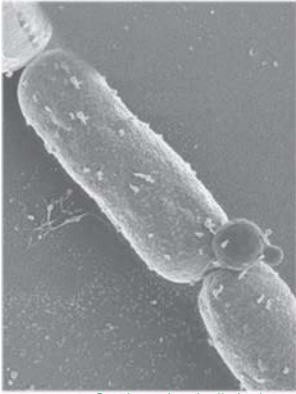


Sumber : kennislink.nl

■ Gambar 4.10
bakteri *Clostridium*, bakteri batang gram positif

Info Biologi

Bila jerami basah ditempatkan pada lumbung yang kurang ventilasinya, pernafasan bakteri yang tumbuh dalam jerami akan menimbulkan tenaga panas sampai tingkat berbahaya. Hal ini dapat menyebabkan jerami tiba-tiba terbakar



■ Gambar 4.11
Bakteri Antrax

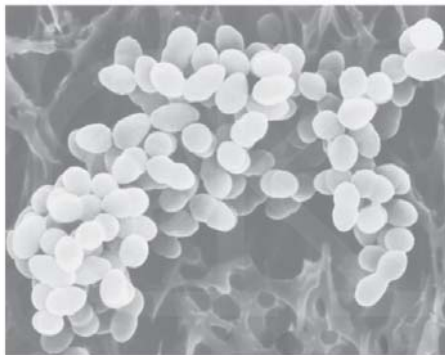
Sumber : visualunlimited.com

Bakteri batang gram positif lainnya adalah *Clostridium botulinum* yang tidak menginfeksi manusia namun bakteri ini mampu membuat toksin yang dihasilkan pada saat ia tumbuh perlahan dalam makanan yang sudah rusak (kadaluwarsa). Sebanyak 1 µg saja dari toksin ini termakan bersama buncis atau jamur yang mentah maka dapat mengakibatkan kematian. Toksin ini menghalangi pelepasan ACh dari ujung-ujung akson motor. Terlihat si korban menunjukkan bukti kegiatan dari saraf simpatetik, yaitu pembesaran pupil, sulit buang air seni dan juga melemahkan otot kerangka.

Apabila mengenai otot antar rusuk maka pernafasan terhenti. Toksin tersebut merupakan suatu protein dan dengan cepat sekitar 10 menit mengalami denaturasi sehingga sifat-sifatnya berubah pada suhu 1000 °C. *Bacillus anthracis* menyebabkan antraks, antraks khususnya merupakan suatu penyakit pada hewan ternak seperti sapi, biri-biri dan kambing. Sebelum antibiotik ditemukan, angka kematian karena infeksi *Bacillus anthracis* pada manusia cukup tinggi.

Karena bakteri penyebab penyakit mempunyai dampak dramatis yang relatif kecil, maka akan mudah untuk mengamati seberapa banyak bakteri yang menguntungkan. *Bacillus subtilis* merupakan bakteri tanah, yang memiliki kegunaan sebagai sumber basitrasin, yaitu suatu antibiotik. Batang gram-positif dari genus *Lactobacillus* juga amat penting dalam proses perubahan susu menjadi keju dan mentega atau yoghurt.

d. Kokus gram positif



■ Gambar 4.12
Bakteri *Staphylococcus aureus*

Sumber : peretplet.ru

Banyak organisme dalam kelompok ini tumbuh dalam koloni-koloni yang khas, *Staphylococcus* membentuk paket-paket sel yang pipih. *Staphylococcus albus* dapat tumbuh di kulit. *Staphylococcus aureus* juga sering menghuni kulit, saluran pernafasan dan saluran pencernaan. *Staphylococcus* hidup dengan subur dalam makanan, khususnya produk krim. Bakteri mengeluarkan toksin dan jika kita mengkonsumsi makanan tersebut dapat mengakibatkan sakit perut. Cara terbaik mencegah keracunan ini ialah dengan menyimpan makanan di lemari es dan memastikan penanganannya tidak dilakukan oleh orang yang mempunyai luka terbuka di tangannya.

Streptokokus tumbuh membentuk rantai, mereka menimbulkan gangguan yang umum seperti sakit tenggorokan, impetigo sejenis penyakit kulit yang mudah menular, disertai bisul-bisul, dan infeksi telinga tengah. Pengobatan dengan antibiotik secara cepat dapat mencegah komplikasi yang gawat.

Pneumokokus, yaitu bakteri yang biasanya menyebabkan pneumonia bakterial, juga merupakan anggota gugus streptokokus. Akan tetapi, tubuh mereka cenderung tumbuh berpasangan, suatu ciri yang menyebabkan para peneliti mengklasifikasikannya dalam genus *Diplococcus*. Pneumonia bakterial biasanya bereaksi cepat terhadap pengobatan antibiotik, dinding sel pneumokokus yang virulen dikelilingi kapsul polisakarida.

Info Biologi

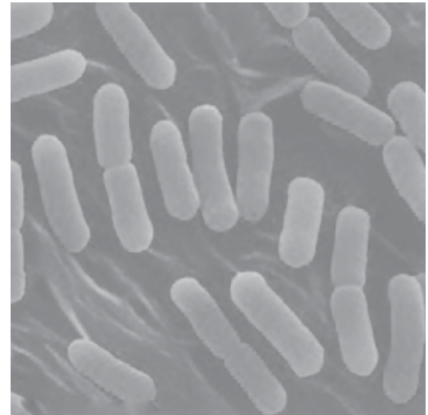
Bakteri tertentu menghasilkan antibiotik sebagai obat yang sangat berharga untuk mengobati berbagai penyakit manusia dan hewan menyusui lainnya. Contoh antibiotik yang dihasilkan adalah streptomisin yang berguna untuk pengobatan tuberkulosa dan tularemia

e. Batang gram negatif

Basil gram-negatif jumlahnya banyak sekali, tetapi organisme yang paling banyak diteliti ialah *Escherichia coli* yang menghuni usus manusia tetapi tidak menimbulkan kerusakan pada inangnya. Sebenarnya organisme ini membantu kita dengan mensintesis vitamin K dan sebagian dari vitamin B, agar dapat diserap oleh saluran pencernaan.

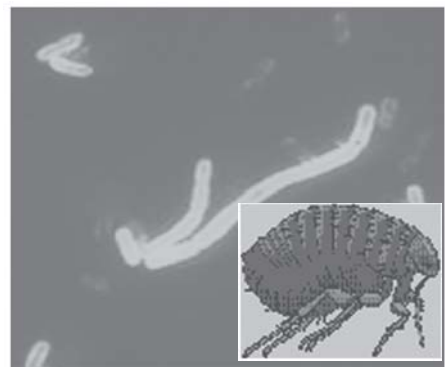
Beberapa di antara penghuni gram-negatif yang ada dalam pencernaan manusia ada juga yang tidak begitu menguntungkan. *Salmonella typhi* dapat menimbulkan demam tifoid, yaitu suatu penyakit umum yang dapat menjadi epidemi serius di tempat yang sanitasinya kurang baik. Individu yang telah sembuh dapat menjadi "pembawa" organisme itu, mereka tetap menyimpannya didalam tubuh, biasanya didalam kandung empedu. Bakteri dari kandung empedu masuk ke saluran pencernaan bersamasama dengan cairan empedu dan keluar bersama tinja.

Vibrio cholerae adalah agen kolera yang sangat berbahaya, dan merupakan salah satu penyakit pencernaan yang paling merusak. Organisme ini mengeluarkan



■ Gambar 4.13
Bakteri batang gram negatif *E. coli*

Sumber : astrosurf.com



■ Gambar 4.14
Basil *Yersinia pestis* dan vektornya, yaitu kutu tikus

Sumber : wikimedia.org

toksin yang menyebabkan diare yang parah berkisar 10-15 liter/hari sehingga akan menghilangkan garam-garam elektrolit didalam tubuh. Kalau air dan garam tidak diganti secepatnya, si penderita dapat meninggal setelah beberapa jam. Sebagaimana penyakit usus lainnya, kolera timbul karena menelan makanan atau air minum yang dicemari organisme tersebut. *Yersinia pestis* merupakan basil yang menyebabkan penyakit pes, organisme ini biasanya ditularkan kepada manusia melalui gigitan kutu tikus yang terinfeksi. Sewaktu menyebar ke dalam nodus limpa, organ ini menjadi sangat bengkak maka penyakit ini dinamakan pes bubonik (bubo = pembengkakan nodus limpa). Jika masuk ke dalam paru-paru, organisme itu dapat langsung menyebar dari orang ke orang, sehingga menyebabkan pes "pneumonia" dengan kematian yang relatif cepat, yaitu 2-3 hari. Kalau tidak dirawat maka 50-75 % dari kasus pes bubonik ini berakhir secara fatal. Tidak mengherankan bahwa epidemi pes yang dulu timbul di Eropa pada abad keempat belas, menimbulkan kehancuran yang sangat hebat. Hanya dalam tiga tahun (1348-1350), sekurang-kurangnya seperempat dari penduduk Eropa menyerah kepada penyakit ini. Diperkirakan bahwa "kematian hebat" dalam periode tersebut menurunkan jumlah penduduk Siena dari 42.000 menjadi 15.000. Ancaman penyakit ini belum hilang sama sekali, *Yersinia pestis* masih tumbuh dengan subur pada beberapa populasi rodensia (pengerat), misalnya tupai tanah. Untunglah, perawatan yang segera dengan antibiotik biasanya dapat menyembuhkannya dengan cepat.

f Kokus gram negatif

Dua anggota kelompok ini yang perlu mendapat perhatian ialah *Neisseria meningitidis* yang dapat menimbulkan meningitis meningokokal, yaitu suatu infeksi yang teramat parah di selaput otak (meninges) yang lazim pada anak kecil. *Neisseria gonorrhoeae* yang menyebabkan salah satu penyakit manusia yang paling tersebar luas yaitu gonorea. Organisme itu menyebar secara langsung dari seseorang yang satu ke seseorang yang lain melalui kontak seksual. Pada laki-laki, organisme ini menyerang uretra menyebabkan keluarnya nanah dan sering kali menetap di kelenjar prostat dan epididimis. Pada perempuan organisme ini menyebar pada vagina ke serviks dan tuba fallopi. Jika infeksi itu tidak dirawat, kerusakan yang diakibatkan pada tuba fallopi itu dapat mengganggu lewatnya sel telur sehingga menimbulkan kemandulan.



Sumber: alphaidaho.org

■ **Gambar 4.15**
Neisseria gonorrhoeae dapat juga menyerang mata

g. *Spirillum*

Dinding sel yang kaku pada spirillum menjadikannya berbentuk heliks. Mereka ini bersifat gram-negatif dan motil. Kebanyakan terdapat di sekitar air, baik air tawar maupun air asin. Akan tetapi, ada juga satu spesies yang sering dijumpai menghuni mulut manusia.

h. *Aktinomisetes*

Kebanyakan anggota dalam kelompok ini tumbuh seperti filamen-filamen yang tipis seperti kapang daripada sel-sel tunggal. Sehingga sejak lama diduga sebagai fungi (cendawan). Meskipun ada persamaan dalam hal pola pertumbuhannya, tetapi mereka bukanlah fungi. Fungi termasuk eukariota sedangkan Aktinomisetes adalah prokariota, dengan adanya perbedaan yang mendasar itu menunjukkan struktur sel serta biokimianya.

Aktinomisetes merupakan anggota yang dominan dari populasi mikroba di tanah. Di sini mereka berperan utama dalam penghancuran sampah organik. Banyak penghuni tanah merupakan sumber penting bagi antibiotik. Streptomisin, eritromisin kloramfenikol yang dijual sebagai "Chloromycetin", dan tetrasiklin dijual sebagai "Aureomycin" dan "tetramycin" adalah produk dari aktinomisetes.

Mycobacteria dan Corynebacteria merupakan kerabat dekat Aktinomisetes. Dua species mikrobakteri ini menyebabkan penyakit pada manusia yang serius dan kronis, yaitu Tuberkulose dan lepra. *Corynebacteria diphtheriae* menyebabkan penyakit difteri, sebagaimana pada tetanus, bahaya pada difteri bukan karena penyebaran bakteri tersebut ke dalam jaringan di tenggorokan, melainkan karena toksin yang dihasilkan. Toksin difteri mengeluarkan efek beracunnya dalam cara yang paling spesifik. Racun itu mengkatalisis inaktivasi suatu faktor yang penting bagi asam amino untuk ditambahkan kepada rantai polipeptida yang disintesis pada ribosom. Toksin difteri adalah suatu protein, gen struktural yang menyandikan untuk protein itu bukan merupakan milik bakteri tersebut, tetapi suatu bakteriofaga yang dapat menginfeksi bakteri tersebut dan bergabung dengan genomnya.

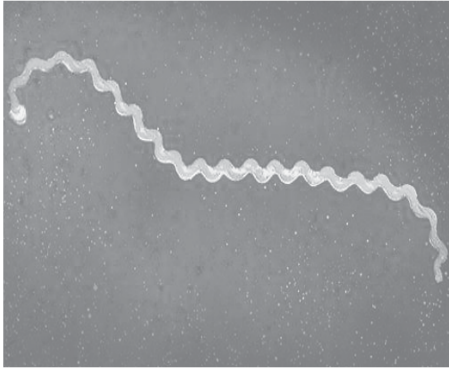
Toksin difteri dapat diperoleh dari biakan organisme, perlakuan dengan formaldehida mengubahnya menjadi toksoid yang tidak



Sumber: visuals.unlimited.com

■ **Gambar 4.16**
Corynebacteria diphtheriae

membahayakan. Imunisasi dengan toksoid difteri biasanya bergabung dengan toksoid tetanus dan preparat kuman batuk rejan yang dilemahkan dalam vaksin "tripel" menyebabkan penurunan besar dalam wabah penyakit.

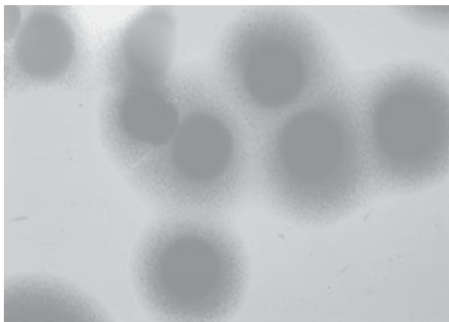


Sumber: plu.edu

■ Gambar 4.17
Spirochaeta

i *Spirochaeta*

Spirochaeta adalah bakteri yang panjang dan juga tipis, berbentuk pilinan yang panjangnya berkisar antara beberapa μm sampai 500 μm . Dinding selnya tidak sekuat dinding sel spirilla sehingga mereka dapat melengkung dengan mudah sekali walau beberapa *Spirochaeta* ada yang tidak berbahaya dan hidup dalam air tawar, tanah, atau tubuh hewan, tetapi ada juga yang parasit, misalnya *Spirochaeta* yang menyebabkan penyakit sifilis, yaitu penyakit kelamin yang menular.



Sumber: visualsunlimited.com

■ Gambar 4.18
Mycoplasma

j *Mycoplasma*

Mycoplasma adalah bakteri nonmotil yang kecil sekali tanpa dinding sel. Beberapa diantaranya hidup bebas, sedang yang lain hidup sebagai parasit pada tumbuhan, serangga dan hewan lain. *Mycoplasma* pertama yang ditemukan merupakan organisme yang menyebabkan suatu tipe pneumonia yang disebut pleuropneumonia pada hewan ternak. Anggota lain dari kelompok ini menyebabkan penyakit pada manusia yang dinamakan pneumonia atipikal primer.

Mycoplasma termasuk organisme soliter yang paling kecil pada prokariotik meskipun banyak yang demikian kecil (0,1 μm) untuk dapat dilihat di bawah mikroskop elektron, tetapi mereka mengandung segala sesuatu yang diperlukan untuk menjalankan semua aktifitas kehidupan.

k *Rickettsia* dan *Chlamydiae*

Rickettsia berlainan dengan *Mycoplasma* karena *Rickettsia* hampir seluruhnya adalah parasit intraseluler obligat. Hal ini berarti bahwa mereka dapat tumbuh dan berkembang biak hanya selama mereka ada di dalam sel inangnya, yaitu beberapa arthropoda tertentu

seperti caplak, tungau, kutu rambut, dan kutu anjing serta mamalia, mereka bergantung kepada sel inangnya agar disediakan koenzim seperti ATP.

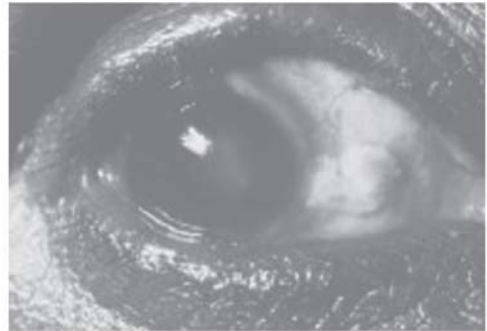
Demam tipus disebabkan Rickettsia yang ditularkan dari seseorang ke orang lain karena kebiasaan mengisap darah dari kutu tubuh. Demam bercak *Rocky Mountain Spotted Fever* disebabkan oleh Rickettsia yang ditularkan melalui gigitan caplak yang terinfeksi, untuk menanggulangi organisme ini dilakukan pengobatan dengan antibiotik.

Chlamydiae menyerupai Rickettsia dalam banyak hal. Mereka pun parasit sangat kecil, obligat intraseluler. Penyakit yang dapat ditimbulkan Rickettsia ini misalkan psittacosis atau "parrot fever" disebut juga demam burung kakak tua. Sebenarnya, bermacam-macam burung bahkan kadang-kadang manusia yang berfungsi sebagai inang organisme ini, sehingga nama omitsis sekarang lebih disukai. Chlamydiae juga menyebabkan trakhoma, merupakan infeksi mata yang amat sering mengakibatkan kebutaan permanen. Diperkirakan kini 400 juta orang menderita trakhoma dan 6 juta buta karenanya.

1 Bakteri peluncur

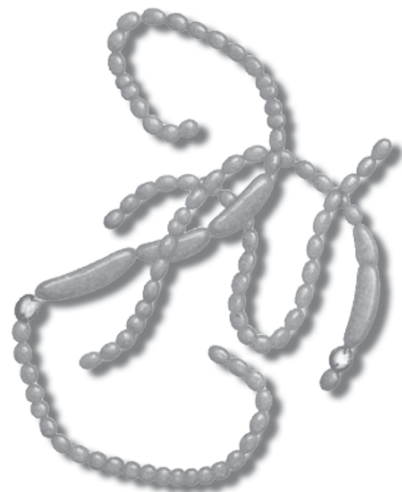
Prokariota ini dinamakan bakteri peluncur karena caranya berpindah tempat, meluncur di atas substratnya. Banyak spesies bakteri peluncur ini uniseluler, sedangkan yang lain membentuk filamen sel yang panjang. Sel-sel dalam filamen itu berbagi dinding yang sama.

Kebanyakan bakteri peluncur bersifat heterotrop, tetapi beberapa adalah kemoautotrop, yang dapat mengoksidasi H_2S untuk energi sebagaimana bakteri belerang kemoautotrof. Bakteri peluncur berfilamen, secara khusus sangat mirip dengan kelompok utama prokariota, yaitu ganggang hijau-biru. Persamaan itu begitu dekatnya, sehingga bakteri peluncur berfilamen ini dapat mewakili ganggang hijau-biru yang telah kehilangan kemampuannya untuk ber-fotosintesis.



Sumber : gg.rhul.ac.uk

■ Gambar 4.19
Mata yang terkena penyakit trakhoma



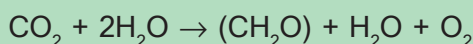
Sumber : botany.hawaii.edu

■ Gambar 4.20
Ganggang hijau biru

2. Alga hijau biru (Cyanophyta)

Sejak lama organisme ini disebut alga (ganggang) karena mereka hidup mirip dengan alga lainnya, dalam hal ini habitatnya dan dalam hal cara fotosintesisnya. Meskipun demikian, alga hijau-biru ini adalah prokariota, dengan demikian jauh lebih dekat kerabatnya dengan bakteri daripada dengan alga lainnya yang bersifat eukariotik. Untuk alasan inilah, para peneliti lebih menyukai pemakaian istilah cyanobacteria ("bakteri hijau-biru") untuk organisme itu.

Walaupun alga hijau-biru itu berfotosintesis dan bersifat prokariotik, mereka berbeda dengan bakteri fotosintetik dalam banyak hal penting. Klorofilnya ialah klorofil a, yaitu molekul yang sama dengan yang dijumpai pada tumbuhan dan algae lain, mereka mampu menggunakan air sebagai sumber elektron dan dengan mereduksi karbon dioksida menjadi karbohidrat. Reaksinya sebagai berikut:



Seperti halnya bakteri peluncur, alga hijau-biru terbungkus dalam dinding peptidoglikan yang dikelilingi selubung bergetah. Beberapa spesies bersel satu, beberapa tumbuh sebagai filamen dari sel-sel yang berhubungan. Sejumlah algae hijau biru berfilamen dapat mengikat nitrogen atmosfer. Hal ini dilakukan dalam heterosista, yaitu sel tak berwarna yang terdapat di antara sel-sel fotosintetik. Organisme inilah yang tumbuh subur bilamana unsur fosfat banyak terdapat di danau dan perairan lain yang airnya tawar. Ganggang hijau-biru yang mengikat nitrogen juga penting menjaga kesuburan padi.



Sumber: abdn.ac.uk

■ Gambar 4.21

Mata air panas di Yellowstone National Park

Beberapa spesies hidup subur di mata air panas *Yellowstone National Park* pada suhu yang cukup panas untuk merebus telur. Pita hitam yang terdapat pada karang di sepanjang tepi pantai pada saat air laut naik disebabkan oleh alga hijau-biru. Karena yang mereka perlukan untuk hidup adalah cahaya, udara (N_2 dan CO_2), air dan beberapa ion organik, maka kemampuannya yang tinggi untuk hidup di lokasi yang keras itu dapatlah dipahami, bahkan kalau kekurangan cairan pada saat pasang surut air laut, selubung gelatinnya dapat menjaganya dari kekeringan.

Selain klorofil dan beta-karoten, alga hijau-biru mengandung satu atau dua pigmen tambahan, yaitu pigmen biru yang disebut

fikosianin dan pigmen merah yang dinamakan fikoeiritrin. Campuran sederhana klorofil dan fikosianin dan pigmen pada beberapa species memberikan warna hijau, tetapi species yang mengandung fikoeiritrin tampak berwarna merah, ungu, coklat, atau bahkan hitam. Laut merah mendapat namanya karena alga hijau-biru berwarna merah yang terdapat di perairannya.

Di laut dangkal yang airnya hangat, hidup alga hijau-biru dan bakteri dalam koloni-koloni besar. Di sekitarnya terbentuk endapan mineral membentuk kolam-kolam dan bukit-bukit kecil berlapis-lapis yang disebut stromatolit. Stromatolit yang sangat tua ditemukan di formasi geologi di berbagai tempat di bumi. Umur stromatolit berkisar antara berjuta tahun sampai 3,5 milyar tahun. Fosil mikroskopik yang mirip dengan alga hijau biru berfilamen ditemukan dalam stromatolit yang berumur $2,3 \times 10^9$ tahun. Beberapa di antara fosil mikroskopik ini tersimpan dengan amat baiknya sehingga tampak heterosistanya. Jika stromatolit yang sangat tua itu dibentuk dengan cara yang sama, maka dapat disimpulkan bahwa alga-hijau biru telah ada di bumi sejak $3,5 \times 10^9$ tahun yang lampau.



Sumber : naturamediterraneo.com

■ Gambar 4.22
Fosil cyanobacteria

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: pengamatan pada Cyanophyta.

Kompetensi sains

- Merencanakan pengamatan organisme cyanophyta secara teliti.
- Menggunakan alat mikroskop dengan baik dan benar.

- Ambil sampel air kolam atau air sawah
- Dengan menggunakan pipet teteskan air tersebut pada kaca preparat/objek glass, kemudian tutuplah dengan kaca penutup/deck glass.
- Amati dibawah mikroskop dengan menggunakan perbesaran lemah dan dilanjutkan dengan perbesaran kuat.
- Catat dan gambarkan hasil pengamatanmu serta beri keterangan mengenai ciri dan sifat tiap objek yang kamu amati, misalkan mengenai warnanya, bergerak/motil atautkah tidak bergerak dan nama spesies tersebut.

Tujuan: Pemanfaatan *Acetobacterium xylinium* untuk proses fermentasi air kelapa menjadi makanan nata de coco.

Kompetensi sains

- Merencanakan pemanfaatan bakteri *Acetobacterium xylinium* untuk proses fermentasi makanan.
- Memanfaatkan bakteri untuk membuat bahan makanan yang bergizi.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 4 orang.

Alat dan bahan

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. Beaker glass | 6. Air kelapa |
| 2. Kompor | 7. Urea |
| 3. Panci, blender | 8. Asam cuka |
| 4. Kertas | 9. Gula pasir |
| 5. Stoples, saringan, botol | 10. Ampas nenas |

Cara kerja

1. Membuat starter

- a. Buah nenas dihancurkan dengan blender, kemudian disaring hingga tinggal ampasnya sehingga sari nenas sudah betul-betul terpisah dari ampasnya.
- b. Campurkan ampas nenas, air dan gula dengan perbandingan 6 : 3 : 1
- c. Masukkan campuran tersebut kedalam botol dan tutup rapat-rapat, tunggu hingga 3 minggu sampai terbentuk lapisan putih diatasnya. Lapisan putih tersebut adalah koloni *Acetobacterium xylinium* yang merupakan bibit untuk pembuatan nata de coco.

2. Membuat nata de coco

- a. Dididihkan satu liter air kelapa yang telah disaring kemudian tambahkan 75 gr gula dan juga urea satu sendok teh.
- b. Setelah mendidih angkat dan biarkan dingin, setelah benar-benar dingin maka tambahkan asam cuka dan urea hingga pH 4-5, kemudian masukkan ke dalam stoples yang telah steril.
- c. Masukkan starter ke dalam stoples tersebut, tutup rapat-rapat dan simpan selama satu minggu.
- d. Setelah terbentuk padatan putih (nata de coco) agak transparan maka buka dan ambil padatan tersebut.
- e. Potong sesuai keinginan dan kemudian hasil potongan nata de coco tersebut direndam selama 2-3 hari untuk menghilangkan keasamannya, selama perendaman usahakan setiap hari untuk mengganti air rendaman tersebut.
- f. Nata de coco dimasukkan ke dalam stoples yang bersih bersama 500 cc larutan gula 40% dan kemudian tambahkan 30 mg Natrium Benzoat (pengawet) dan essence (aroma) seperlunya.

Rangkuman

1. Prokariota memiliki sel yang tidak berinti dan materi genetiknya berpusat pada daerah yang disebut nukleoid serta tidak ada membran yang membatasinya dengan bagian sel lainnya.
2. Sistem 5 kingdom mengakui adanya dua jenis sel yang berbeda secara mendasar, yaitu prokariota dan eukariota, dan menempatkan prokariota di dalam Kingdom Monera.
3. Bakteri fotosintetik memiliki klorofil khusus yang tergabung di dalam membran mesosom.
4. Bakteri kemoautotrof mampu membuat karbohidrat dari bahan mentah anorganik tanpa menggunakan energi cahaya.
5. Bakteri gram positif ada yang berbentuk batang dan kokus. Umumnya bakteri gram positif bersifat patogen karena mampu menghasilkan toksin yang kuat sehingga menyebabkan beberapa penyakit yang cukup berbahaya bagi hewan dan manusia.
6. Bakteri gram negatif ada yang berbentuk batang dan kokus. Organisme bakteri gram negatif yang terkenal adalah *Escherichia coli*, yang menghuni usus manusia tetapi tidak bersifat parasit, bahkan membantu dalam sintesis vitamin K dan B di dalam tubuh. Pada bakteri gram negatif berbentuk kokus terdapat spesies yang berbahaya bagi kesehatan, yaitu *Neisseria meningitidis* karena dapat menimbulkan penyakit meningitis meningoklonal.
7. Proses penggabungan DNA yang datang dari dua individu ke dalam satu sel pada reproduksi bakteri terdiri dari transformasi, transduksi, dan konjugasi.
8. Transformasi merupakan perubahan suatu genotipe sel bakteri dengan cara mengambil DNA asing dari lingkungan sekitarnya. Proses ini merupakan rekombinasi genetik, perputaran segmen DNA dengan cara pindah silang (crossing over). Sel yang ditransformasi akan memiliki satu kromosom yang mengandung DNA, yang berasal dari dua sel yang berbeda.
9. Transduksi umum adalah jenis transduksi dimana gen-gen bakteri ditransfer secara acak dimulai pada saat Bakteriofaga lepas dari inang yang lisis, maka faga dapat menempel pada bakteri lain dan menginjeksikan bagian DNA bakteri yang didapatkan dari sel pertama. Beberapa DNA ini kemudian dapat menggantikan daerah homolog dari kromosom sel kedua. Kromosom sel ini sekarang memiliki kombinasi DNA yang berasal dari dua sel sehingga rekombinasi genetik telah terjadi.
10. Transduksi khusus hanya mentransfer gen-gen tertentu saja, yaitu gen-gen yang berada di dekat tempat profaga pada kromosom tersebut, dan terjadi pada bakteri temperata saat siklus lisogenik.
11. Konjugasi merupakan transfer langsung materi genetik antara dua sel bakteri yang berhubungan sementara.
12. Plasmid adalah molekul DNA kecil, sirkular dan dapat bereplikasi sendiri, yang terpisah dari kromosom bakteri

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri adalah
 - a. TBC, tipus, dan polio
 - b. trakhom, cacar, dan polio
 - c. disentri, cacar, dan pes
 - d. lepra, tipus, dan sifilis
 - e. TBC, lepra, dan polio
2. Alga hijau biru dapat memfiksasi nitrogen bebas di udara sehingga mampu menghasilkan senyawa nitrat. Salah satu yang memiliki kemampuan tersebut adalah
 - a. Anabaena
 - b. Spirullina
 - c. Chlorella
 - d. Sargassum
 - e. Gelidium
3. Alga hijau biru dikelompokkan ke dalam monera karena
 - a. inti sel prokariotik
 - b. tidak memiliki alat gerak
 - c. bersel tunggal
 - d. reproduksi dengan menggunakan spora
 - e. mengandung pigmen fikosianin
4. Di dalam ekosistem, alga hijau biru berperan sebagai organisme perintis sebab
 - a. sebagai sumber makanan bagi makhluk hidup lain
 - b. dapat membentuk tempat hidup bagi organisme lain
 - c. dapat hidup ditempat yang sangat panas dan kering
 - d. dapat hidup ditempat yang ekstrim
 - e. dalam kondisi tertentu dapat hidup dengan organisme lain
5. *Acetobacterium xylinum* berperan dalam proses fermentasi
 - a. kecap
 - b. nata de coco
 - c. tape
 - d. mentega
 - e. yakult
6. Bakteri yang memiliki seberkas flagella pada salah satu kutubnya, dimasukkan ke dalam kelompok
 - a. monotrik
 - b. amfitrik
 - c. lofotrik
 - d. peritrik
 - e. atrik

7. Reproduksi bakteri secara generatif sering disebut paraseksual, reproduksi ini berlangsung melalui empat cara, yaitu
 - a. transformasi, konjugasi, transduksi dan plasmid
 - b. transformasi, induksi, konjugasi dan plasmid
 - c. konjugasi, plasmid, repikasi dan transformasi
 - d. plasmid, konjugasi, replikasi dan induksi
 - e. transformasi, transduksi, induksi dan konjugasi
8. Vaksin yang biasa diberikan secara oral adalah vaksin untuk mencegah wabah penyakit
 - a. demam berdarah
 - b. rabies
 - c. polio
 - d. trakhom
 - e. cacar
9. Bakteri yang berada di usus manusia dan memiliki peranan untuk membusukkan sisa pencernaan makanan adalah
 - a. *Acetobacterium*
 - b. *Nitrosomonas*
 - c. *Lactobacillus bulgaricus*
 - d. *Escherichia coli*
 - e. *Streptomyces venezuele*
10. Bakteri penyebab kolera berbentuk
 - a. bacillus
 - b. coccus
 - c. vibrio
 - d. diplococcus
 - e. streptococcus

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

1. Prokariota memiliki ciri-ciri selnya tidak memiliki nukleus yang jelas dan tidak ada membran yang memisahkan daerah ini dari bagian sel lainnya.
2. Monera meliputi organisme uniseluler yang bersifat prokariotik, termasuk di dalamnya adalah Eubacteria (bakteri) dan cyanophyta atau alga biru hijau.
3. Bakteri fotosintetik menggunakan energi cahaya matahari untuk mereduksi karbon dioksida menjadi karbohidrat dengan sumber elektron yaitu air (H_2O) yang diperlukan dalam mensintesis energi.
4. Cyanophyta mampu menggunakan air sebagai sumber elektron dan dengan mereduksi karbondioksida menjadi karbohidrat reaksi $CO_2 + 2H_2O \rightarrow (CH_2O) + H_2O + O_2$. Hal ini sama dengan semua tumbuhan hanya perbedaannya, ukuran cyanophyta adalah mikroskopis.
5. Transformasi merupakan perubahan suatu genotipe sel bakteri dengan cara mengambil DNA asing dari lingkungan sekitarnya.



C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Bakteri belerang mengoksidasi H_2S dari air belerang untuk menghasilkan energi yang dapat mereduksi CO_2 menjadi karbohidrat.	a Fertilisasi
2	Selain klorofil dan beta-karoten terkandung juga satu atau dua pigmen tambahan, yaitu pigmen biru yang disebut fikosianin dan pigmen merah yang dinamakan fikoeritrin.	b Kemoautotrop
3	Monera banyak yang bersifat motil, bakteri motil mendorong dirinya sendiri menggunakan filamen yang berada dalam dinding sel, misalnya spirochaeta.	c Cyanophyta
4	Cara penggabungan DNA yang datang dari dua individu ke dalam satu sel pada prokariota (monera) melalui transformasi, transduksi dan konjugasi yang berbeda dengan eukariota.	d Flagella
5	Transfer langsung materi genetik antara dua sel bakteri yang berhubungan sementara.	e Konjugasi
		f Pembelahan biner
		g Alga

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Tuliskan tiga perbedaan antara prokariota dengan eukariota!
2. Tuliskan dua perbedaan antara ganggang biru dengan bakteri!
3. Gambar dan beri keterangan bakteri berdasarkan letak flagellanya!
4. Tuliskan perbedaan antara peristiwa konjugasi, transduksi dan transformasi pada reproduksi bakteri!
5. Buatlah suatu rancangan percobaan yang memanfaatkan jasa bakteri untuk fermentasi bahan makanan!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan dibawah ini!

Pemaparan pada populasi bakteri dengan suatu antibiotik spesifik akan membunuh bakteri yang sensitif terhadap antibiotik, tetapi pada bakteri yang memiliki plasmid R yang dapat mengatasi antibiotik, hal itu tidak terjadi. Sehingga akan semakin banyak bakteri yang akan mewarisi gen-gen yang menyebabkan resistensi antibiotik. Konsekuensi medisnya pun terbaca, yaitu strain patogen yang resisten semakin lama semakin banyak sehingga membuat pengobatan infeksi bakteri tertentu menjadi semakin sulit. Bagaimana sikap anda terhadap penggunaan antibiotik, jika melihat lingkungan disekitar kalian banyak ditemukan penyakit-penyakit baru yang disebabkan oleh strain dari bakteri yang sudah resisten terhadap antibiotik tersebut ?

Mengenal Protista

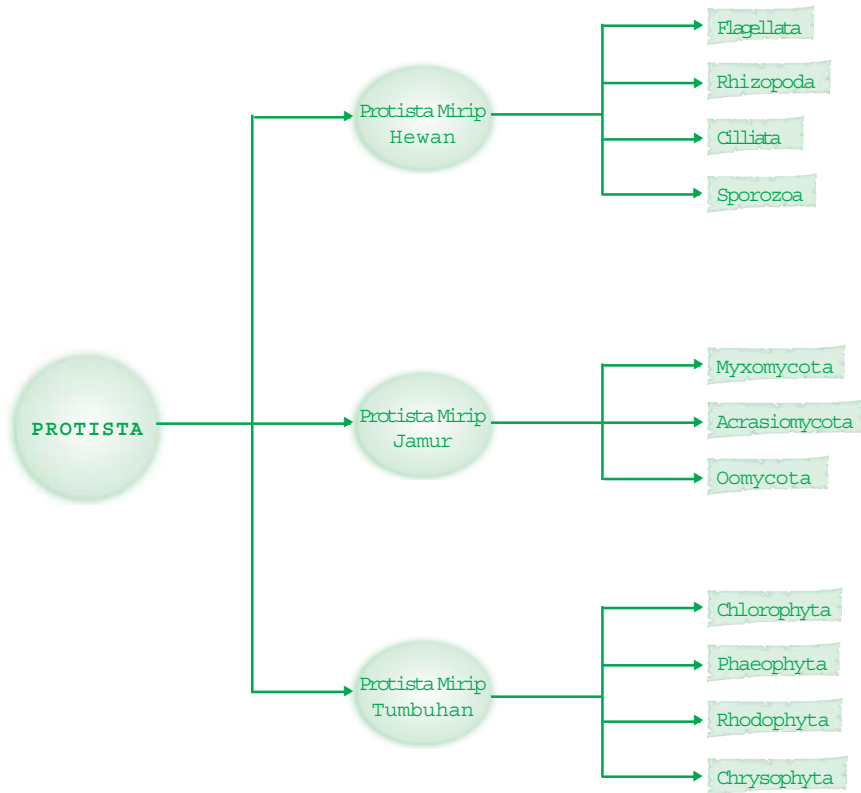
Seekor bakteri yang berenang di dekat amuba, pasti dengan cepat akan ditangkap oleh kaki-kaki semunya. Amuba termasuk dalam kingdom protista, yaitu hewan sederhana bersel satu.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat mengenal organisme protista dengan mendeskripsikan ciri-ciri umum dan peranannya bagi kehidupan di muka bumi.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- protista, flagel, silia, kaki semu, plamodium, pigmen alga

“Setelah lama dianggap aman dari wabah penyakit malaria, masyarakat menjadi kurang perhatian terhadap penyakit ini. Pada awal hingga pertengahan tahun 2004, diberitakan kembali beberapa daerah di Indonesia terserang wabah penyakit malaria. Penyakit ini disebabkan oleh Plasmodium sp. Suatu jenis mikroorganisme yang digolongkan dalam Kingdom Protista. Tidak hanya Plasmodium yang merugikan manusia. Pertengahan Mei 2004 telah terjadi booming populasi alga menggegerkan para nelayan pantai Ancol Jakarta akibat matinya sejumlah besar udang, ikan, kepiting, kerang dan remis.”

(Sumber: Harian Kompas Sabtu, 15 Mei 2004 hal.11)

Alga dan Plasmodium yang merugikan itu termasuk ke dalam Kingdom Protista. Untuk dapat memberantas dan memanfaatkannya kita harus mengenal sisi kehidupan dari kingdom ini. Dalam bab ini kamu akan mengenal lebih dekat semua anggota kingdom Protista. Bagaimanakah ciri-ciri kingdom Protista? Organisme apa sajakah yang termasuk protista? Bagaimanakah peranannya dalam kehidupan?

A. Ciri-Ciri Protista

Protista berasal dari bahasa Yunani, yaitu protos yang berarti pertama atau mula-mula, dan kaitos artinya menyusun. Maka kingdom ini beranggotakan makhluk bersel satu atau bersel banyak yang tersusun sederhana. Meskipun begitu, dibandingkan dengan monera, protista sudah jauh lebih maju karena sel-selnya sudah memiliki membran inti atau eukariota.

Protista diperkirakan sudah ada di bumi kita sejak 1-2 miliar tahun yang lalu, sebelum ada organisme tingkat tinggi. Organisme yang tergabung dalam protista pernah membuat bingung para ahli taksonomi karena ada yang mirip tumbuhan, ada yang mirip dengan hewan, dan ada pula yang mirip dengan jamur. Untuk menjabatani perbedaan itu maka lahirlah kingdom baru, yaitu Protista.

Untuk memahami ciri-ciri umum protista, coba kamu identifikasikan tiga contoh di samping ini!

Anggota kingdom Protista umumnya organisme bersel satu, ada yang berkoloni dan ada pula yang bersel banyak, tetapi belum memiliki jaringan. Hampir semua protista hidup di air, baik air tawar maupun air laut, dan beberapa yang hidup pada jaringan hewan lain. Kingdom ini ada yang menyerupai hewan, tumbuhan, maupun jamur. Sebagian protista bersifat autotrop, yaitu dapat



Rhizopoda



Ciliata



Flagellata

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Gambar 5.1
Tiga contoh dari
Sub Kingdom
Protista.

berfotosintesis karena memiliki pigmen fotosintetik, seperti alga dan protozoa fotosintetik, misalnya Euglena. Sebagian lainnya merupakan Protozoa non fotosintetik yang hidup sebagai heterotrop, baik secara Fagotrop dan Osmotrop. Protozoa yang merupakan jamur memiliki siklus hidup dengan fase muda bersifat seperti amoeba dan reproduksinya mirip dengan jamur, yang meliputi jamur air dan jamur lendir.

B.

Protista yang Menyerupai Hewan (Protozoa)

Ingatlah

Protista merupakan organisme eukariotik yang belum memiliki jaringan khusus. Ada yang menyerupai hewan karena dapat bergerak bebas dan tanpa dinding sel, ada yang mirip tumbuhan karena memiliki pigmen fotosintetik, dan ada yang mirip jamur karena tanpa klorofil dan tidak dapat bergerak.

1. Ciri-ciri Protozoa

Protozoa merupakan organisme bersel tunggal yang sudah memiliki membran inti (eukariota). Protozoa berukuran mikroskopis, yaitu sekitar 100 sampai 300 mikron. Bentuk sel Protozoa sangat bervariasi ada yang tetap dan ada yang berubah-ubah. Protozoa umumnya dapat bergerak aktif karena memiliki alat gerak berupa kaki semu (pseudopodia), bulu cambuk (flagellum), bulu getar (cilia), namun ada juga yang tidak memiliki alat gerak. Sebagian besar Protozoa hidup bebas di air tawar dan laut sebagai komponen biotik. Beberapa jenis Protozoa hidup sebagai parasit pada hewan dan manusia. Protozoa hidup secara heterotrop dengan memangsa bakteri, protista lain, dan sampah organisme.

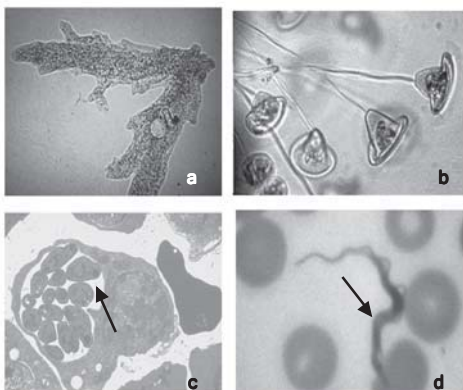
2. Reproduksi Protozoa

Protozoa sebagian besar melakukan reproduksi secara aseksual dengan pembelahan biner. Sebagian lagi Protozoa melakukan reproduksi seksual dengan penyatuan sel generatif (sel gamet) atau dengan penyatuan inti sel vegetatif. Reproduksi seksual dengan penyatuan inti vegetatif disebut konjugasi.

3. Penggolongan Protozoa

Berdasarkan alat geraknya, digolongkan atas;

- Mastigophora atau Flagellata, bergerak menggunakan bulu cambuk (Flagela) contohnya *Trypanosoma gambiense*.



Gambar 5.2

Berbagai contoh Protozoa mewakili empat filum yaitu a. Amoeba, b. Vorticella, c. Plasmodium, d. Trypanosoma.

Sumber: Microsoft Encarta 2006

- b. Sarcodina atau Rhizopoda, bergerak menggunakan kaki semu (pseudopodia), contohnya *Amoeba proteus*.
- c. Ciliata atau Ciliophora, bergerak menggunakan bulu getar (silia), contoh: *Paramecium*, *Didinium*, *Stentor*, *Vorticella*.
- d. Sporozoa, tidak memiliki alat gerak khusus dan berkembang biak dengan spora, contohnya *Plasmodium*. Berbagai contoh keempat filum di atas, perhatikan gambar 5.2!

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mendeskripsikan fungsi bagian tubuh Protozoa.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 4 orang.

Membiakkan Protozoa

Kompetensi sains

- Merencanakan pengamatan terhadap fungsi bagian tubuh protozoa secara sistematis
- Menggunakan mikroskop secara baik dan benar.
- Membuat laporan ilmiah tentang hasil pengamatan.

Untuk mengamati berbagai Protozoa yang ada di sekitar kita, dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menyiapkan media biakan
Medium biakan dapat disiapkan dengan merebus 30 gr kubis, kacang tanah, daun selada yang dipotong kecil-kecil atau 70 gr jerami dalam 1 liter air hingga mendidih. Setelah dingin, disaring dengan kain kasa, kemudian dimasukkan ke dalam botol-botol dan dibiarkan selama 2 hari.
2. Membiakkan protozoa
Memasukkan air sungai, air kolam atau air selokan ke dalam medium. Biakan ini dibiarkan terbuka di tempat yang tidak terkena cahaya selama 5 hari. Ujung botol ditutup dengan kapas.

Mengamati Protozoa

Lakukan pengamatan di bawah mikroskop untuk mengidentifikasi protozoa apa saja yang dapat kamu temukan pada biakan tersebut. Gambarkan. Jelaskan ciri-ciri morfologi hasil pengamatan.

Gunakan contoh tabel seperti di bawah ini untuk pengamatanmu!

No.	Gambar	Ciri Morfologi	Nama Ilmiah

Petunjuk :

1. Gunakan buku atau sumber yang sesuai untuk membantu mengidentifikasi nama ilmiahnya!
2. Beri kode pada kolom gambar, kemudian gambar dibuat dalam lembar kerja mikroskopis yang dilampirkan dalam laporan.
3. Susun laporan dengan mengikuti kaidah pelaporan kegiatan ilmiah.

Tabel 5.1. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh Flagellata

No	Nama Protista	Hospes	Nama Penyakit
1.	<i>Leishmania donovani</i>	manusia	kalaazar
2.	<i>L. tropica</i> , <i>L. brucei</i>	manusia	penyakit kulit
3.	<i>Trypanosoma evansi</i>	hewan ternak	sura
4.	<i>T. brucei</i>	antelope	nagana
5.	<i>T. gambiense</i>	manusia	tidur
6.	<i>T. rhodosiense</i>	manusia	tidur
7.	<i>T. cruzi</i>	tikus dan insekta	chagas
8.	<i>Trichomonas vaginalis</i>	manusia	penyakit pada alat kelamin wanita

Berikut ini penjelasan tentang penggolongan dari kingdom protista berdasarkan alat geraknya.

a. Mastigophora atau Flagellata

Flagellata berasal dari kata flagel artinya cambuk atau Mastigophora dari mastig artinya cambuk, phora artinya gerakan. Semua anggota filum flagellata bergerak menggunakan flagel. Bentuk tubuh flagellata tetap karena dilindungi oleh pelikel.

Di antara Flagellata ada yang hidup bebas, ada pula yang hidup bersimbiosis dalam tubuh hewan, tetapi kebanyakan bersifat parasit. Perhatikan tabel 5.1 di atas!

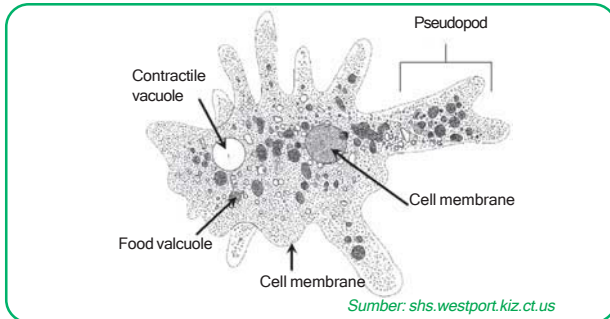
Flagellata berkembang biak secara asexual dengan pembelahan biner secara longitudinal, sedangkan reproduksi seksual belum banyak diketahui.

b. Rhizopoda atau Sarcodina

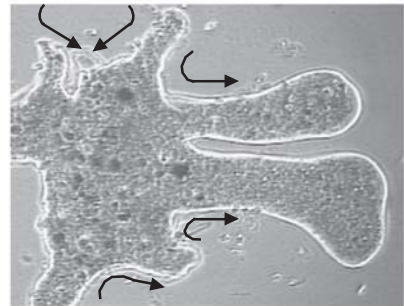
Contoh Rhizopoda yang sangat dikenal adalah *Amoeba sp.* Amoeba memiliki alat gerak berupa kaki semu (pseudopodia). Bentuk sel amoeba tidak tetap, sitoplasmanya terdiri dari ektoplasma dan endoplasma.

Habitat organisme ini di air tawar, air laut, tempat-tempat basah, dan sebagian kecil hidup di dalam tubuh hewan atau manusia.

Ektoplasma *Amoeba sp.* bersifat lebih kental dari endoplasma, sehingga aliran endoplasma dan ektoplasma tersebut berperan dalam penjuluran dan penarikan pseudopodia. Dengan cara ini Amoeba bergerak untuk menangkap makanan. Perhatikan gambar di bawah ini!



■ **Gambar 5.3**
Gambar bagian-bagian tubuh amoeba



■ **Gambar 5.4** *Sumber: microscope-microscope.or*
Cara bergerak Amoeba dengan menjulurkan kaki semunya.

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

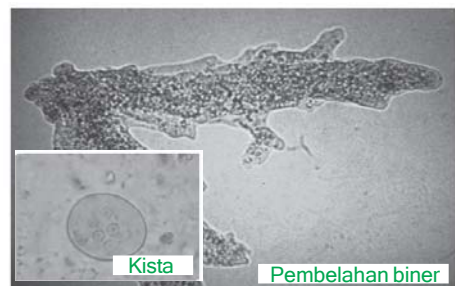
Tujuan: mendeskripsikan fungsi bagian tubuh Amoeba.

1. Deskripsikan fungsi bagian-bagian utama tubuh Amoeba dan organel yang terdapat di dalamnya dalam tabel seperti di bawah ini!

Tabel : Bagian tubuh Amoeba dan fungsinya

No.	Bagian Tubuh	Fungsi

Amoeba berkembang biak secara asexual dengan pembelahan biner. Apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan, amoeba dapat memper-tahankan hidupnya dengan membentuk kista. Kista adalah bentuk penebalan plasma guna melindungi diri dari lingkungan yang tidak menguntungkan.



■ **Gambar 5.5**
Pembelahan biner Amoeba dan Kistanya

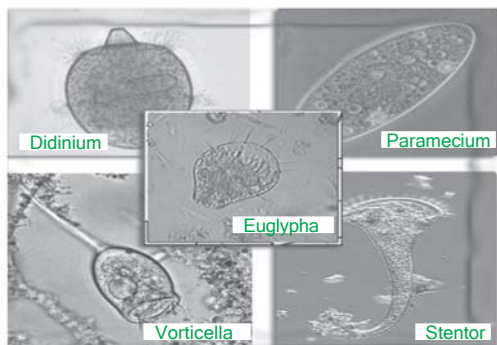
Sumber: Microsoft Encarta 2 006

Tujuan: mendeskripsikan cara bergerak dan pembelahan biner amoeba.

1. Cermati gambar cara bergerak dan pembelahan biner amoeba!
2. Lakukan kajian pustaka, kemudian deskripsikan bagaimana prosesnya!
3. Komunikasikan hasil deskripsi di depan kelas!

c. Ciliata

Ciliata bergerak dengan menggunakan rambut getar (silia). Silia ini ada yang tumbuh merata pada seluruh permukaan tubuh, tetapi ada pula yang hanya tumbuh pada bagian tertentu dari tubuh hewan tersebut. Coba perhatikan gambar 5.5!

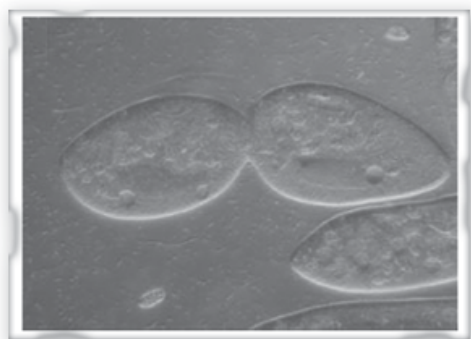


Sumber: des.uncdavis.edu, Microsoft Encarta 2006, pref.akita.jp, micro.magnet.fsv.edu, pantrasit.reptiles.org

■ Gambar 5.6
Berbagai contoh Ciliata

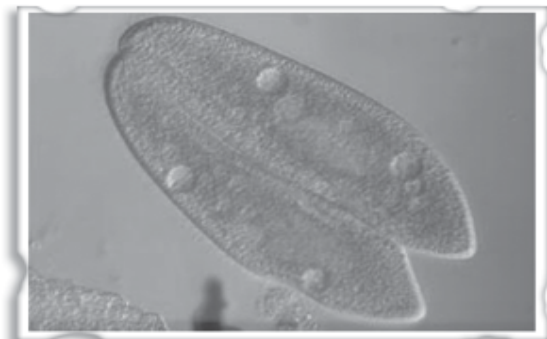
Ciliata umumnya hidup bebas di lingkungan berair yang banyak mengandung bahan organik, dan ada pula yang hidup parasit. Ciliata yang hidup bebas contohnya *Paramecium caudatum*, *Didinium*, *Stentor*, dan *Vorticella*. Hanya sedikit jenis ciliata yang hidup sebagai parasit, contohnya *Balantidium* yang hidup pada usus besar ternak atau manusia.

Ciliata berkembang biak secara asexual dengan pembelahan biner membujur. Reproduksi seksual dilakukan dengan konjugasi. Pembelahan biner dan proses konjugasi Ciliata pada *Paramecium* dapat dilihat pada gambar di bawah ini!



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 5.7
Reproduksi aseksual *Paramecium* sp dengan membelah diri



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 5.8
Reproduksi seksual *Paramecium* sp dengan konjugasi

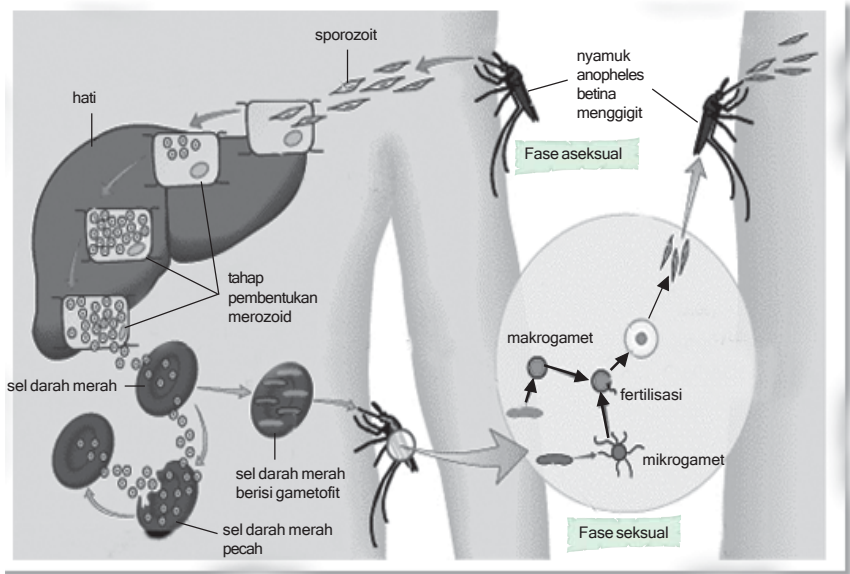
Tujuan: mendeskripsikan cara bergerak dan pembelahan biner Amoeba.

1. Cermati gambar cara reproduksi aseksual dan seksual *Paramecium sp.*
2. Lakukan kajian pustaka, kemudian deskripsikan bagaimana prosesnya!
3. Komunikasikan hasil deskripsi di depan kelas!

d. Sporozoa

Hewan-hewan bersel satu yang tidak memiliki alat gerak dikelompokkan dalam sporozoa. Anggota filum Sporozoa hidup sebagai parasit pada hewan atau manusia. Pada salah satu tahapan siklus hidupnya memiliki bentuk seperti spora. Tubuh Sporozoa berbentuk bulat atau oval, mempunyai nukleus, tetapi tidak mempunyai vakuola kontraktil. Makanan diserap langsung dari hospesnya melalui permukaan tubuh, demikian pula respirasi dan ekskresinya melalui permukaan tubuh.

Beberapa contoh hewan yang termasuk dalam filum Sporozoa adalah *Toxoplasma gondii* yang menyebabkan penyakit Toksoplasmosis. *Toxoplasma gondii* masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, misalnya daging yang tercemar kista toxoplasma dari kotoran kucing. Infeksi *Toxoplasma gondii* membahayakan bagi ibu hamil karena dapat mengakibatkan bayi yang lahir cacat, bahkan dapat membunuh embrio. Contoh lainnya adalah Plasmodium yang menyebabkan penyakit malaria pada manusia.



Gambar 5.9
Daur hidup
Plasmodium
penyebab penyakit
malaria

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Plasmodium masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk Anopheles betina. Di dalam tubuh manusia, Plasmodium menyerang sel darah merah dan sel hati. Dikenal ada 4 jenis Plasmodium yang menyebabkan penyakit malaria, yaitu *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale* yang menyebabkan penyakit malaria tertiana, *Plasmodium falciparum* menyebabkan penyakit malaria tropikana, dan *Plasmodium malariae* menyebabkan penyakit malaria kuartana. Siklus hidup Plasmodium terbagi menjadi dua, yaitu di dalam tubuh manusia dan di dalam tubuh nyamuk Anopheles betina. Tahukah anda mengapa penyakit malaria tersebar melalui gigitan nyamuk Anopheles betina? Tahap-tahap siklus hidup Plasmodium dapat dilihat pada gambar 5.9!

1) Fase dalam tubuh manusia (fase aseksual)

Ketika nyamuk Anopheles betina menggigit manusia, melalui air liur, sporozoid Plasmodium (berbentuk pipih, bergerak) masuk ke dalam tubuh, mengikuti aliran darah hingga akhirnya mencapai sel-sel hati atau sistem limfa.



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 5.10
Nyamuk Anopheles betina

Dalam sel-sel hati, sporozoid membelah membentuk sel-sel baru yang disebut merozoid. Merozoid dapat menginfeksi sel-sel hati yang lain dan menyerang eritrosit. Eritrosit yang diserang merozoid akan pecah. Merozoid akan membelah dengan sangat cepat, sehingga banyak sekali eritrosit yang pecah. Oleh karena itu, penderita akan menunjukkan gejala anemia. Pada saat eritrosit pecah, suhu tubuh penderita akan naik. Siklus pembentukan merozoid akan berulang setiap 48 atau 72 jam, atau dalam waktu tidak tentu bergantung pada jenis Plasmodium.

2) Fase dalam tubuh nyamuk (fase seksual)

Fase seksual Plasmodium mulai terjadi ketika merozoid tumbuh menjadi sel penghasil gamet (gametosit). Terdapat dua macam gametosit, yaitu makrogametosit (penghasil gamet betina) dan penghasil mikrogametosit (penghasil gamet jantan). Gametosit ini hanya dapat dihasilkan dalam tubuh nyamuk Anopheles betina. Jadi, sekarang kalian mengetahui mengapa penyakit malaria ditularkan melalui vektor nyamuk Anopheles betina.

Selanjutnya gametosit akan membentuk gamet, makro-gametosit membentuk makrogamet dan mikrogametosit membentuk mikrogamet. Peleburan kedua gamet ini akan menghasilkan zigot. Proses ini terjadi pada usus nyamuk. Zigot yang terbentuk akan menembus dinding usus nyamuk.

Dalam dinding usus nyamuk, zigot tumbuh menjadi oosit (kista berdinding tebal). Oosit akan berkembang menjadi sporozoid yang banyak sekali dan bergerak menuju kelenjar liur nyamuk. Jika nyamuk ini menggigit orang yang sehat maka dimulailah siklus hidup Plasmodium.

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: menyusun peta konsep siklus hidup Plasmodium sp.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 2 orang.

1. Baca dengan teliti penjelasan tentang siklus hidup Plasmodium di atas!
2. Susunlah dalam bentuk peta konsep atau bagan konsep yang kamu pahami!

4. Peranan Protozoa dalam kehidupan manusia

a. Peran yang menguntungkan

Protozoa yang hidup di air tawar dan air laut merupakan zooplankton yang menjadi salah satu sumber makanan bagi hewan air termasuk udang, ikan, kepiting yang secara ekonomis bermanfaat bagi manusia. Peran protozoa lainnya adalah dalam mengontrol jumlah bakteri di alam karena protozoa merupakan pemangsa bakteri.

Foraminifera, kerangkanya yang telah kosong mengendap di dasar laut membentuk tanah **globigerina**, yang berguna sebagai petunjuk adanya minyak bumi.

Radiolaria, kerangkanya jika mengendap di dasar laut menjadi tanah radiolaria yang dapat digunakan sebagai bahan penggosok.

b. Peran yang merugikan

Protozoa dapat ditemukan di mana-mana karena termasuk organisme kosmopolit. Oleh karena itu, beberapa jenis protozoa dapat mengancam kesehatan manusia karena dapat menyebabkan penyakit.

Protozoa yang merugikan manusia sebagai penyebab penyakit antara lain:

- *Toxoplasma gondii*, penyebab toksoplasmosis;
- *Plasmodium sp*, penyebab penyakit malaria;

Ingatlah

Protozoa termasuk dalam protista mirip hewan karena bersel satu, tanpa dinding sel dan mampu bergerak atau memiliki alat gerak. Klasifikasinya juga berdasarkan pada alat gerak yang dimilikinya.

- *Trypanosoma gambiense* dan *Trypanosoma rhodosiense*, penyebab penyakit tidur;
- *Leishmania sp*, penyebab penyakit kalaazar;
- *Trichomonas vaginalis*, penyebab penyakit pada alat kelamin wanita;
- *Entamoeba histolytica*, penyebab penyakit disentri.

C.

Protista Menyerupai Jamur

Beberapa kelompok jamur tidak dikelompokkan ke dalam dunia Fungi atau jamur, tetapi dikelompokkan ke dalam dunia Protista, sebab pada satu tahap dalam daur hidupnya, yaitu pada fase vegetatif, jamur tersebut mampu bergerak seperti protozoa.

Kelompok jamur tersebut adalah sebagai berikut.

Ingatlah

Protozoa ternyata memiliki peranan penting dalam mengontrol populasi bakteri di alam, karena protozoa adalah pemangsa bakteri. Di lingkungan perairan, Protozoa juga merupakan zooplankton dan bentos yang menjadi sumber makanan bagi hewan akuatik.

1. *Myxomycota* (jamur lendir tidak bersekat)

Jamur ini memiliki tubuh tidak bersekat, ada yang bersel satu dan ada yang bersel banyak. Struktur tubuh vegetatifnya berbentuk seperti lendir yang disebut plasmodium dan mengandung banyak sekali inti. Plasmodium mampu bergerak secara amoeboid untuk memperoleh makanan berupa bahan organik. Jika plasmodium sudah dewasa akan membentuk sporangium yang sangat kecil, bertangkai dan berisi banyak spora. Spora yang sudah masak akan tumbuh membentuk sel gamet yang berflagel.

Reproduksi generatifnya dengan cara singami, yaitu melalui peleburan dua gamet yang bentuk dan ukurannya sama. Hasilnya berupa zigot yang nantinya tumbuh menjadi tumbuhan dewasa.

Contoh : *Physarium sp*.

2. *Acrasiomycota* (jamur lendir bersekat)

Ciri yang dimiliki jamur ini adalah tubuh yang bersekat, ada yang bersel satu, dan ada yang bersel banyak. Struktur tubuh vegetatifnya sama dengan myxomycota, demikian juga untuk reproduksi generatifnya. Hal yang membedakan adalah jika pada kondisi yang tidak menguntungkan, plasmodium pada myxomycota akan berhenti bergerak dan membentuk tangkai yang ujungnya membentuk struktur reproduksi. Namun, Plasmodium pada acrasiomycota akan

Info Biologi

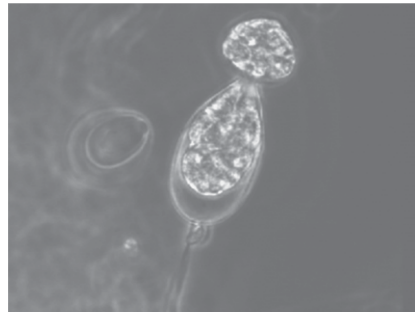
Myxomycota biasanya ditemukan di tempat lembab, seperti daun-daun yang membusuk di lantai hutan tropis atau batang kayu.

membentuk agregat berbentuk seperti siput tanpa cangkang, jika lingkungan menguntungkan, agregat akan berhenti dan membentuk tubuh buah yang mengandung spora reproduksi.

Contoh: Dicytostelium

3. Oomycota (Jamur air)

Kelompok jamur yang memiliki dinding sel dari selulosa dan hifa yang tidak bersekat. Reproduksi vegetatif dengan zoospora, yaitu spora berflagel dua yang mampu bergerak bebas. Sementara itu reproduksi secara generatif dengan pertemuan gamet jantan dan betina, lalu membentuk zigot berdinding tebal kemudian mengalami periode istirahat membentuk oospora. Fase hidup hasil reproduksi generatif ini lebih panjang bila dibanding dengan fase vegetatif.



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 5.11
Phytophthora infestans sedang mengeluarkan zoosporanya.

Contoh:

- *Saprolegnia sp*, hidup saprofit pada bangkai serangga yang mati di air.
- *Phytophthora infestans*, parasit pada tanaman kentang.
- *Phytophthora nicotinae*, parasit pada tanaman tembakau.
- *Phytophthora faberi*, parasit pada tanaman karet.
- *Pytium sp*, hidup parasit pada tanaman yang sedang berkecambah.

D.

Protista Menyerupai Tumbuhan

Alga (ganggang), bukan lagi merupakan nama formal sebuah kelompok taksonomik, nama tersebut hanya merupakan nama umum bagi sejumlah organisme yang berfotosintesis secara sederhana. Kebanyakan ahli botani mengelompokkan ke dalam dunia tumbuhan, tetapi karena semua ganggang tidak memiliki sebagian ciri-ciri pokok dunia tumbuhan maka ia dikelompokkan ke dalam dunia tersendiri, yaitu Protista.

Sebagai organisme bersel satu (uniseluler) dan bersel banyak (multiseluler) alga memiliki klorofil yang dapat berfungsi untuk fotosintesis. Selain klorofil, alga juga memiliki pigmen lain, seperti fikosianin (warna biru), fikoeritrin (warna merah), fikosantin (warna coklat), xantofil (warna kuning) dan karotena (warna keemasan).

Ingatlah

Tumbuhan yang termasuk protista umumnya belum memiliki jaringan khusus, dan belum memiliki akar, batang, dan daun sejati masih berupa thallus. Protista mirip tumbuhan diklasifikasikan berdasarkan pigmentasi dominan di dalam sel penyusunnya.

Beberapa alga ada yang berthalus, yaitu struktur tubuhnya yang berupa akar, batang, dan daun tidak sejati. Reproduksi vegetatif alga secara membelah diri, fragmentasi atau membentuk spora. Sedangkan, secara generatif dengan menyatukan dua sel gamet jantan dan betina. Hasil peleburan dua gamet yang berukuran sama disebut dengan isogami, dan peleburan dua gamet dengan ukuran yang berbeda disebut anisogami.

Sebagai vegetasi perintis, alga menempel pada makhluk hidup lain atau di tempat-tempat basah dan lembab. Sedangkan, beberapa jenis alga banyak ditemukan di perairan, baik air tawar maupun air laut sebagai plankton.

Berdasarkan pigmen atau zat warna yang dikandungnya, alga dikelompokkan menjadi 4 divisio, sebagai berikut.

1. Ganggang hijau (Chlorophyta)
2. Ganggang coklat (Phaeophyta)
3. Ganggang merah (Rhodophyta)
4. Ganggang keemasan (Chrysophyta)

Aktivitas Sains

Tugas Eksperimen

Tujuan: merancang dan melaksanakan eksperimen.

Kompetensi sains

- Merencanakan penelitian ilmiah
- Membuat laporan ilmiah secara teliti dan sistematis

Pertumbuhan populasi protista dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan tempat hidupnya. Faktor-faktor itu, misalnya cahaya, air, O_2 , CO_2 , pH dan sebagainya.

Ambillah sampel air kolam, danau, sungai, rawa yang berwarna hijau, air dari dekat dinding, atau dasar aquarium. Beri perlakuan dengan intensitas cahaya berbeda. Kontrollah faktor-faktor yang diperkirakan mengganggu hubungan antara jumlah ganggang yang ditemukan pada sampel air dan intensitas cahaya.

Variabel manipulatif (bebas):

Variabel respon(terikat):

Variabel kontrol:

Hipotesis:

1. Rancang dan lakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis di atas!
2. Kerjakan secara berkelompok (maksimal 4 orang)! Laporkan hasilnya dengan sistematika:

a. Judul	f. Hipotesis
b. Latar Belakang	g. Prosedur
c. Tinjauan Teoritis	h. Hasil Eksperimen
d. Tujuan	i. Analisis Hasil Eksperimen
e. Variabel	j. Kesimpulan

1. Ganggang hijau (Chlorophyta)

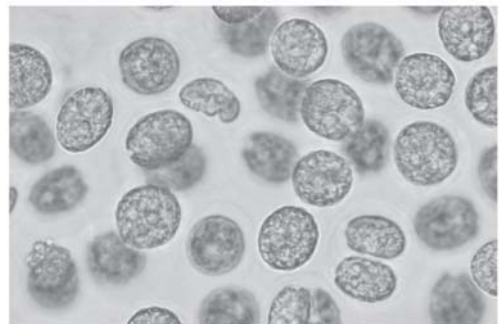
Ganggang hijau merupakan ganggang uniseluler maupun multiseluler yang memiliki klorofil yang dominan sehingga berwarna hijau. Selain klorofil a dan klorofil b terdapat juga pigmen karotin dan xantofil. Jenis ganggang ini hampir 90 % hidup di air tawar dan 10 % hidup di laut sebagai plankton, menempel pada batuan atau tumbuhan lain. Jenis-jenis ganggang hijau dikelompokkan menjadi:

a. Ganggang bersel satu tidak bergerak

- 1) *Chlorella sp.* berbentuk bulat, hidup di air tawar atau air laut, reproduksi secara vegetatif dengan membelah diri, banyak digunakan untuk mempelajari fotosintesis.
- 2) *Chloococcum sp.* berbentuk bulat, hidup di air tawar, reproduksi secara vegetatif dengan membentuk zoospora secara generatif dengan isogami.

b. Bersel satu bergerak

- 1) *Chlamydomonas sp.* berbentuk bulat telur, memiliki dua flagel, kloroplasnya berbentuk mangkok atau pita mengandung pyrenoid dan sigma. Reproduksi dengan membelah diri dan konjugasi.
- 2) *Euglena viridis*, bentuknya seperti mata, memiliki sebuah flagel, klorofil dan sigma. Reproduksi dengan membelah diri. Euglena ada juga mengelompokkannya ke dalam protozoa.



■ Gambar 5.12
Chlorella sp. dan pembiakannya

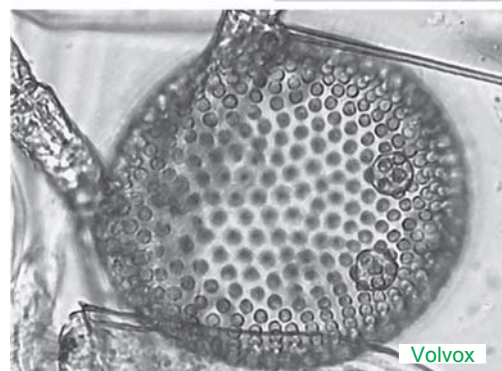
Sumber: bio.utexas.edu



Euglena



Chlamydomonas



Volvox

■ Gambar 5.13
Volvox, *Chlamydomonas* dan *Euglena*

Sumber: Microsoft Encarta 2006,
ucmp.berkeley.edu, ac - renes.f

c. **Berbentuk koloni yang bergerak**

Volvox globator, bentuk koloninya menyerupai bola yang tersusun atas ribuan volvox yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh benang-benang sitoplasma. Volvox juga dikelompokkan ke dalam protozoa.

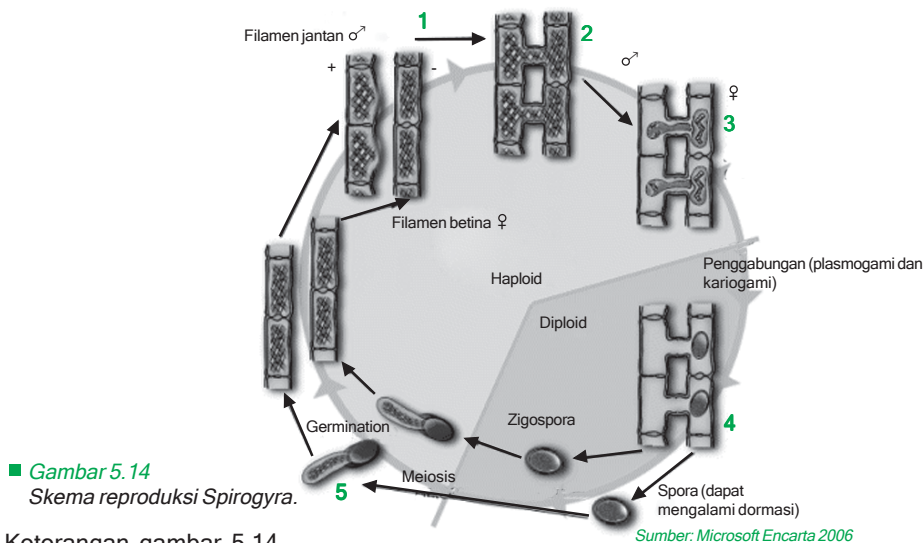
d. **Berbentuk koloni yang tidak bergerak**

Hydrodictyon sp, koloninya berbentuk jala, banyak ditemukan di air tawar, reproduksinya secara vegetatif dengan fragmentasi dan secara generatif dengan konjugasi.

e. **Berbentuk benang**

Spirogyra sp., kloroplasnya berbentuk spiral, hidup di air tawar, reproduksinya secara vegetatif dengan konjugasi.

Spirogyra → plasmogami → kariogami → zigospora → individu baru



■ **Gambar 5.14**
Skema reproduksi *Spirogyra*.

Keterangan gambar 5.14

1. Dua *Spirogyra* (+ dan -) yang saling berdekatan membentuk tonjolan.
2. Tonjolan tadi selanjutnya bergabung membentuk pembuluh.
3. Protoplasma dari sel yang satu berpindah ke sel yang lain.
4. Setelah protoplasma berpindah atau bergabung (plasmogami) selanjutnya diikuti dengan penggabungan inti (kariogami).
5. Hasil penggabungan di atas akan menghasilkan zigospora.
6. Zigospora selanjutnya mengadakan meiosis menghasilkan empat sel haploid, tetapi hanya satu sel yang tumbuh menjadi individu baru.

f. **Berbentuk lembaran**

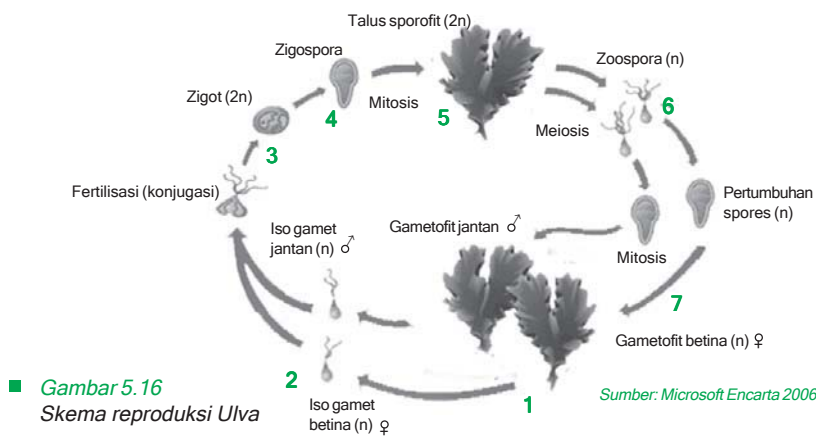
Ulva, hidup di laut menempel pada batu, dapat dimakan. Reproduksi secara vegetatif dengan membentuk zoospora dan secara generatif dengan isogami.

Chara, bentuknya seperti tumbuhan tinggi, memiliki batang-batang dan cabang yang beruas-ruas, hidup di air tawar. Reproduksi secara vegetatif dengan fragmentasi dan secara generatif dengan pertemuan sel telur yang dihasilkan oleh oogonium dan sel sperma yang dihasilkan oleh anteridium.



■ **Gambar 5.15**
Chara Sp

Sumber: Microsoft Encarta 2006

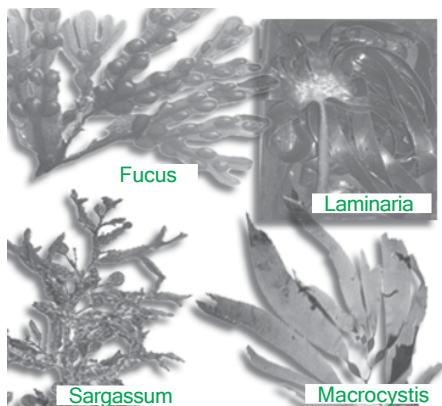


Keterangan gambar 5.16

1. Talus gametofit beberapa selnya akan berubah menjadi gametangia.
2. Gametangia akan membelah secara miosis menghasilkan isogamet yang haploid (n).
3. Gamet dari talus yang berbeda berkonjugasi menghasilkan zigot.
4. Zigot akan tumbuh menjadi zigospora.
5. Zigospora tumbuh menjadi talus sporofit yang bersifat diploid (2n).
6. Talus sporofit beberapa selnya akan membelah secara meiosis menghasilkan zoospora.
7. Zoospora selanjutnya akan tumbuh menjadi talus gametofit.

2. Ganggang Coklat (Phaeophyta)

Umumnya ganggang coklat bersel banyak (multiseluler), dengan pigmen coklat (fukosantin) yang dominan disamping memiliki klorofil a dan b. Bentuk tubuhnya yang menyerupai tumbuhan tingkat tinggi karena memiliki bagian menyerupai akar, batang, dan daun membuat ganggang ini mudah dikenali. Banyak ditemukan di pantai atau perairan laut dangkal. Cara reproduksi ganggang coklat secara vegetatif dengan fragmentasi dan generatif melalui isogami atau oogami.



■ **Gambar 5.17**
Bermacam-
macam alga
coklat.

Sumber: Microsoft Encarta 2006,
botang.hawaii.edu, unige.ch,
agf.gov.bc.ca

Jenis-jenis alga coklat, antara lain:

- Laminaria, memiliki batang, daunnya berbentuk lembaran, mengandung yodium dan asam alginat.
- Macrocystis, menghasilkan yodium dan asam alginat yang berfungsi sebagai bahan industri.
- Sargassum, daunnya berbentuk lembaran, di antara batang dan tangkainya terdapat gelembung udara.
- Fucus, bentuk daun berupa lembaran dan pada bagian tepi daun terdapat gelembung.

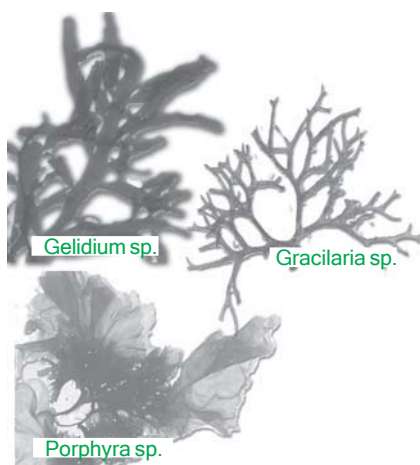
Ada cara reproduksi vegetatif alga coklat mirip dengan tumbuhan tinggi yaitu, pada ujung daun fertil terbentuk reseptakel, yaitu badan yang mengandung alat pembiak. Alat pembiaknya disebut konseptakel yang menghasilkan ovum dan spermatozoid.

3. Ganggang Merah (Rhodophyta)

Merupakan ganggang yang tubuhnya bersel banyak (multiseluler), memiliki klorofil a dan b dengan pigmen dominan merah (fikoeritrin) dan karotin. Bentuk tubuh yang menyerupai tumbuhan tinggi dan hidup di laut banyak dimanfaatkan manusia untuk bahan makanan agar-agar. Cara reproduksi ganggang merah secara vegetatif dengan membentuk spora dan secara generatif dengan anisogami.

Jenis-jenis alga merah yang terkenal antara lain:

- Euchema spinosum*, sebagai bahan pembuat agar-agar, banyak terdapat di perairan Indonesia.
- Gelidium sp.* dan *Gracilaria sp.*, sebagai bahan pembuatan agar-agar banyak terdapat di perairan negara yang agak dingin.
- Batrachospermum.



■ **Gambar 5.18**
Beberapa jenis alga merah.

Sumber: Microsoft Encarta 2006,
botang.hawaii.edu

4. Ganggang Keemasan (Chrysophyta)

Ganggang ini ada yang bersel satu (uniselluler) dan bersel banyak (multiseluler). Memiliki klorofil a dan b serta pigmen dominan keemasan (karotin) dan fukosantin. Dapat dijumpai hidup di air tawar

maupun air laut. Secara sederhana reproduksi vegetatif alga ini dengan membelah diri atau dengan zoospora spermatozoid.

Jenis-jenis alga keemasan antara lain sebagai berikut.

a Bersel tunggal

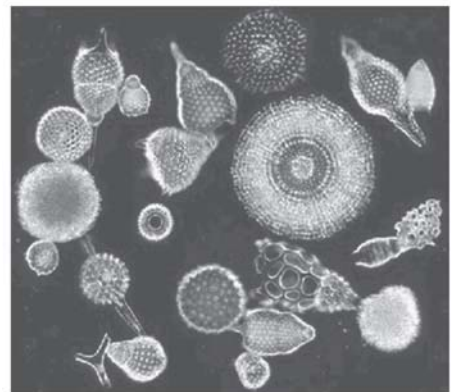
- 1) *Ochromonas*, bentuknya seperti bola, memiliki flagel yang panjangnya tidak sama, reproduksinya dengan membelah diri.
- 2) *Navicula*, sering disebut dengan diatome atau ganggang kersik, bentuk tubuhnya kotak atau elips, jika mati fosilnya akan membentuk tanah diatome yang berfungsi sebagai bahan penggosok, campuran semen atau penyerap nitrogliserin pada bahan peledak. Reproduksi membelah diri dengan memisahkan bagian tubuhnya yang terdiri dari hipoteka (kotak) dan epiteka (tutup).
- 3) *Pinnularia*, mirip dengan diatome.

b. Bersel banyak

Vaucheria, tubuhnya berbentuk benang, hidupnya di air tawar, reproduksinya secara vegetatif dengan membentuk zoospora dan secara generatif dengan pertemuan sel telur yang dihasilkan oleh oogonium dan sel sperma yang dihasilkan oleh antheridium.

Info Biologi

Booming ganggang api di laut Salton, California, akibat terlalu melimpahnya nutrisi mineral air laut. Menimbulkan pendaran warna merah di malam hari yang menghasilkan toksin yang mematikan



■ Gambar 5.19

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Jenis-jenis ganggang keemasan

Aktivitas Sains

Tugas Portofolio

Tujuan: menyusun peta konsep siklus hidup *Plasmodium* sp.

Buatlah karangan ilmiah yang berkaitan dengan peranan Protista baik yang menguntungkan atau yang merugikan manusia. Pilih satu topik saja yang kalian minati, misalnya penyakit malaria, penyakit disentri, manfaat alga merah, dan kerusakan bahan makanan karena jamur lendir.

Rangkuman

1. Protista berasal dari bahasa Yunani, yaitu protos yang berarti pertama dan kytos artinya menyusun.
2. Protista beranggotakan makhluk uniseluler (bersel satu) dan multiseluler (bersel banyak) yang tersusun sederhana.
3. Protista bersel satu lebih maju dibandingkan monera, karena memiliki sel-sel yang sudah bermembran inti atau eukariot.
4. Protista telah ada sekitar 1-2 miliar tahun yang lalu, sebelum terdapat organisme tingkat tinggi.
5. Hampir semua protista hidup di air, baik tawar maupun air laut dan beberapa ada yang hidup secara berkoloni dan ada pula yang bersel banyak, namun belum memiliki jaringan.
6. Protista ada yang bersifat autotrof ada pula yang heterotrof.
7. Protozoa adalah jenis protista yang menyerupai hewan, yang merupakan organisme uniseluler eukariotik dan bersifat heterotrof dengan memangsa bakteri, protista lain dan sampah organisme.
8. Protista yang menyerupai jamur meliputi Myxomycota, Acrasiomycota, dan Oomycota. Jamur ini struktur tubuhnya berbentuk, seperti lendir yang disebut plasmodium.
9. Protista yang menyerupai tumbuhan meliputi alga hijau (Chlorophyta), ganggang coklat (Phaeophyta), dan ganggang keemasan (Chrysophyta).
10. Ganggang (alga) adalah organisme bersel satu dan bersel banyak yang memiliki klorofil untuk berfotosintesis. Namun tumbuhan ini tidak memiliki sebagian ciri-ciri pokok dunia tumbuhan maka dikelompokkan dalam dunia protista.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Seorang siswa mengambil sampel air kolam, kemudian mengamatinya di bawah mikroskop. Dari hasil pengamatan ia menemukan organisme dengan ciri-ciri:
 1. memiliki satu flagel,
 2. bergerak cepat, dan
 3. tubuh bersel tunggal.Dapat disimpulkan bahwa organisme tersebut adalah
 - a. Rhizopoda
 - b. Ciliata
 - c. Flagellata
 - d. Sporozoa
 - e. Foraminifera

2. Berikut ini diberikan ciri-ciri alga, yaitu:
 1. Bentuk tubuh seperti benang.
 2. Tubuh tidak bercabang, kloroplas seperti jala.
 3. Setiap sel berisi kloroplas berbentuk pita spiral.
 4. Pembiakan vegetatif menghasilkan zoospora.
 5. Pembiakan generatif dengan fragmentasi.
 Ciri-ciri yang dimiliki *Spirogyra sp.* adalah
 - a. 1 - 2 - 3
 - b. 1 - 3 - 4
 - c. 2 - 3 - 4
 - d. 2 - 4 - 5
 - e. 3 - 4 - 5
3. Organela yang terdapat di dalam sitoplasma protozoa air tawar yang berfungsi untuk osmoregulasi adalah
 - a. plasmasol
 - b. selaput plasma
 - c. plasmogel
 - d. vakuola kontraktil
 - e. vakuola makanan
4. Penyakit malaria disebabkan oleh Plasmodium yang ditularkan melalui gigitan nyamuk Anopheles. Untuk mencegah dan mengobati penyakit ini yang dapat dilakukan adalah
 - a. penyemprotan insektisida dan vaksinasi
 - b. mengeringkan rawa dan obat-obatan kina
 - c. memakai kelambu pada tempat tidur dan vaksinasi
 - d. penyemprotan dengan larvasida dan vaksinasi
 - e. pemberantasan secara biologis dan obat-obatan antiseptik
5. Proses perkembangbiakan genetik pada *Spirogyra sp.* merupakan contoh reproduksi protozoa yang dilakukan secara
 - a. isogami
 - b. seksual
 - c. konjugasi
 - d. pembentukan tunas
 - e. pembelahan biner
6. Ciri yang membedakan protista dengan monera adalah

a.	Bersifat prokariota	Bersifat eukariota
b.	Bersel banyak	Bersel satu
c.	Bersifat eukariota	Bersifat prokariota
d.	Memiliki jaringan	Berupa sel atau koloni
e.	Dapat berfotosintesis	Semua bersifat heterotrof

7. Berikut ini contoh Protozoa:

1. Amoeba
2. Stentor
3. Plasmodium
4. Trypanosoma
5. Foraminifera

Protozoa yang menyebabkan penyakit pada manusia

- a. 1, 2, 3
- b. 1, 3, 4
- c. 2, 3, 4
- d. 2, 4, 5
- e. 3, 4, 5

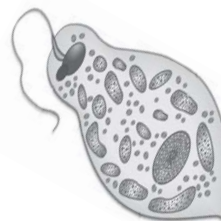
8. Ganggang bersel satu sering disebut sebagai vegetasi perintis, artinya

- a. tumbuhan bersel satu yang sudah berfotosintesis
- b. sebagai penyedia makanan bagi tumbuhan yang lain
- c. dapat hidup bersama tumbuhan yang lain yang lebih sederhana
- d. dapat hidup di daerah yang kurang unsur hara
- e. dapat hidup di daerah yang tumbuhan lain tidak dapat hidup

9. Perhatikan gambar organisme di samping ini!

Alasan utama mengelompokkan organisme ini ke dalam kelompok hewan adalah

- a. memiliki bintik mata
- b. membelah diri
- c. bersel satu
- e. dapat bergerak.
- d. memiliki klorofil



10. Perhatikan tabel jenis ganggang dan pigmennya!

Pasangan yang benar adalah

No	Nama divisio algae	Dominasi pigmen
1	Chlorophyta	A Phycoerithrin
2	Cryzophyta	B Phycoxantin
3	Phaeophyta	C Chlorophyl
4	Rhodophyta	D Caroteen

- a. 1 dengan B
- b. 2 dengan C
- c. 3 dengan B
- d. 4 dengan A
- e. 4 dengan D

11. Seorang peneliti ekosistem air tawar mengadakan penelitian, mengidentifikasi variabel, sebagai berikut.

Variabel manipulatif : pemberian pupuk nitrogen

Variabel respon : populasi ganggang

Variabel kontrol : luas kolam, kualitas air, pencahayaan, populasi dan jenis ikan

- Rumusan hipotesis yang relevan diuji untuk penelitian tersebut adalah
- luas kolam dan kualitas air tidak mempengaruhi populasi ganggang
 - pemberian pupuk nitrogen berpengaruh terhadap populasi ganggang
 - pemberian pupuk nitrogen berpengaruh terhadap kualitas air dan pencahayaan kolam
 - populasi dan jenis ikan dipengaruhi oleh pemberian pupuk nitrogen
 - kualitas air dan pencahayaan berpengaruh terhadap populasi ganggang
12. Ganggang merah yang digunakan sebagai bahan baku agar-agar adalah
- Eucheuma sp.* dan *Gellidium sp.*
 - Eucheuma sp.* dan *Coralina sp.*
 - Gellidium sp.* dan *Coralina sp.*
 - Gellidium sp.* dan *Porphyra sp.*
 - Eucheuma sp.* dan *Porphyra sp.*
13. Ganggang coklat yang dapat digunakan sebagai makanan suplemen untuk hewan ternak adalah
- Laminaria
 - Fucus
 - Macrocystis
 - Ascophylum
 - Ectocarpus
14. Berikut ini contoh beberapa jenis ganggang
- Chlorococcum sp.*
 - Chlamydomonas sp.*
 - Oedogonium sp.*
 - Ulva sp.*
 - Chara sp.*
- Ganggang hijau yang berbentuk lembaran adalah
- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 2 dan 3
 - 3 dan 4
 - 4 dan 5
15. Jamur Oomycota yang merupakan parasit pada kentang adalah
- Saprolegnia sp.*
 - Plasmophora viticola*
 - Phytophthora infestan*
 - Phytophthora nicotinae*
 - Phytophthora palmifera*
16. Reproduksi seksual pada *Myxomycotina sp.* dengan cara
- membentuk sel gamet berflagel
 - bergerak amoeboid mengelilingi makanan
 - membentuk sporangium
 - menyebarkan spora
 - konjugasi antara dua sel Myxomycotina

17. Seorang siswa mengambil sampel potongan kayu membusuk yang basah, kemudian mengamatnya di bawah mikroskop. Dia menemukan organisme dengan ciri-ciri :
- tubuh terdiri dari benang-benang tidak bersekat (senositik).
 - inti sel banyak dan membentuk zoospora berflagel 2.
- Dapat ditentukan bahwa organisme tersebut adalah
- a. Phaeophyta
 - b. Rhodophyta
 - c. Myxomycota
 - d. Oomycota
 - e. Acrasiomycota
18. Beberapa protista, yaitu:
1. *Scinata sp.*
 2. *Phytophthora infestans*
 3. *Rhodymenia palmate*
 4. *Phytophthora palmifera*
 5. *Ascophylum sp.*
- Protista mirip jamur yang parasit pada tumbuhan adalah
- a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 4
 - d. 3 dan 4
 - e. 4 dan 5
19. Daur hidup protista mirip jamur yang bergerak amoeboid untuk mengelilingi dan menelan bahan makanan, ditemukan pada
- a. fase generatif Myxomycota
 - b. fase vegetatif Myxomycota
 - c. fase generatif Oomycota
 - d. fase vegetatif Oomycota
 - e. fase generatif Acrasiomycota
20. Singami pada daur reproduksi protista mirip jamur adalah peleburan dua gamet yang
- a. berbeda ukuran, sama asalnya
 - b. berbeda jenisnya, sama ukuran
 - c. sama ukuran, sama jenis
 - d. sama jenis, berbeda ukuran
 - e. sama ukuran, berbeda jenis

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

1. Protista yang menyerupai jamur terdiri dari Oomycota dan Myxomycota.
2. Trypanosoma merupakan parasit penyebab penyakit kalaazar.



3. Protista yang menyerupai tumbuhan adalah organisme eukariotik bersel satu dan bersel banyak, berklorofil.
4. Chlorophyta umumnya hidup di air tawar berbentuk lembaran.
5. Reproduksi aseksual pada Protozoa dengan pembelahan biner.



C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Nukleus pada Ciliata yang berfungsi untuk reproduksi seksual.	a Endoplasma
2	Bentuk seperti spora yang merupakan tahap perkembangan berikutnya dari ookinet.	b vakuola berdenyut
3	Rongga pada Paramecium yang berfungsi untuk mengeluarkan cairan	c makronukleus
4	Sitoplasma bagian dalam Amoeba yang bersifat lebih encer.	d ookista
5	Reproduksi seksual pada organisme yang belum dapat dibedakan jenis kelaminnya.	e ektoplasma
		f konjugasi
		g mikronukleus

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan apa penyebab dan bagaimana persebarannya penyakit berikut:
 - a. Tifus
 - b. Malaria
 - c. Toxoplasmosis
2. Jelaskan ciri-ciri protista yang membedakan dengan monera!
3. Gambarkan Paramecium, deskripsikan ciri-ciri hewan tersebut!
4. Berikanlah contoh-contoh protista yang mempunyai peranan menguntungkan bagi kehidupan manusia!
5. Jelaskan mengapa alga disebut juga sebagai vegetasi perintis!
6. Sebutkan jenis-jenis alga coklat yang bermanfaat!
7. Sebutkan manfaat dari alga merah!
8. Jelaskan skema tahap perkembangan alga secara konjugasi!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan di bawah ini!

Protista yang bernama Euglena memiliki ciri-ciri hewan dan tumbuhan. Euglena memiliki flagel sebagai alat gerak sehingga ada yang menggolongkannya sebagai hewan, namun ada juga yang menggolongkannya sebagai tumbuhan, sebab Euglena memiliki pigmen klorofil untuk proses fotosintesis. Bagaimana pendapatmu mengenai makhluk yang satu ini? Hewan atau tumbuhankah? Ataukah perlu digolongkan ke dalam kingdom baru?

Mengenal Jamur (Fungi)

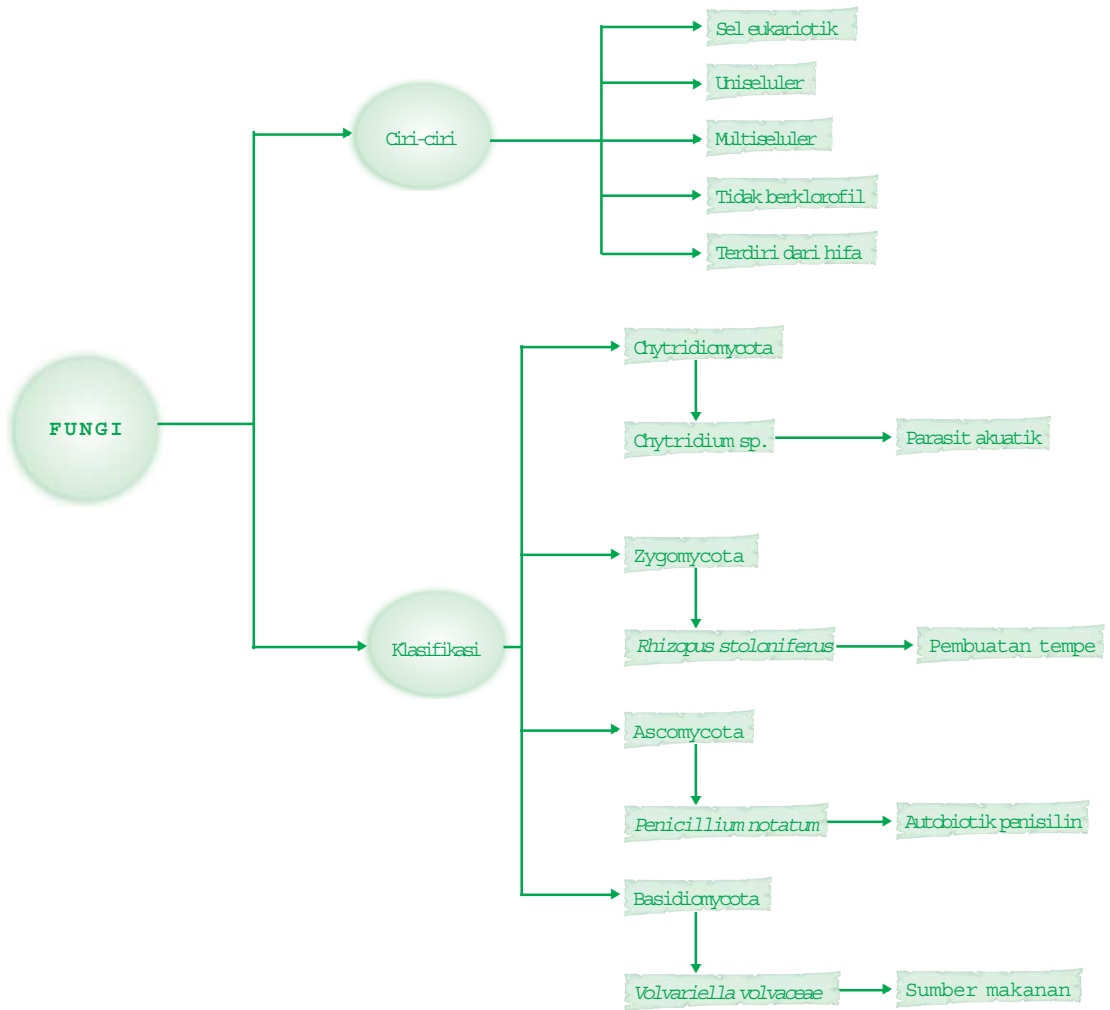
Pernahkah kalian mengantar ibumu pergi ke pasar? Cobalah lihat, jika ada sayuran berbentuk payung, lembaran-lembaran, atau seperti bola. Itulah jamur. Jamur adalah sayuran lezat yang bergizi tinggi.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat melakukan proses pengamatan, percobaan dan kajian literatur yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah untuk mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur serta peranannya bagi kehidupannya.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- jamur, hifa, miselium, haustorium, rizoid, antibiotik, penisilin

Pernahkah kamu memperhatikan anyaman benang-benang putih yang merekatkan kedelai pada tempe? Pernah pulakah kamu memperhatikan anyaman yang tumbuh pada roti yang telah lama berada di tempat lembap? Itulah jamur. Banyak ahli telah mempelajarinya, tetapi masih perlu diteliti lebih mendalam. Jamur mempunyai bentuk kehidupan yang istimewa, sangat menarik untuk dipelajari. Oleh karena itu, jamur ditempatkan pada kingdom tersendiri.

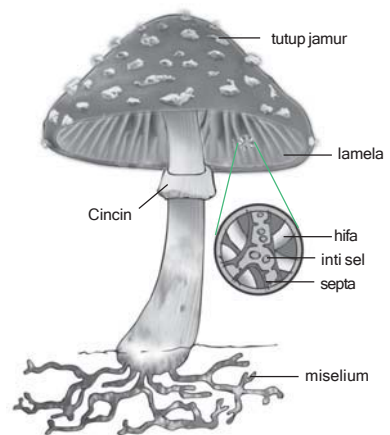
Sesungguhnya, apakah jamur itu? Termasuk hewan atau tumbuhkah jamur itu? Seperti apakah tubuh jamur itu? Bagaimana sifat dan kehidupan jamur? Dalam bab ini kamu akan memperoleh berbagai hal yang ingin kamu ketahui tentang jamur.

A. Ciri-Ciri Jamur

Jamur termasuk organisme eukariotik karena sel penyusunnya telah memiliki membran inti. Sel jamur juga memiliki dinding sel dari bahan kitin (chitine) yang merupakan polimer karbohidrat mengandung nitrogen. Zat ini juga terdapat pada eksoskeleton hewan arthropoda, seperti laba-laba dan serangga. Senyawa kitin bersifat kuat, tetapi fleksibel. Ini berbeda dengan tumbuhan umum yang dinding selnya tersusun dari selulosa dan bersifat kaku.

Umumnya jamur merupakan organisme bersel banyak (multiseluler), tetapi ada juga yang bersel tunggal (uniseluler), contohnya jamur ragi tape (*Saccharomyces sp*). Tubuh jamur bersel banyak terdiri atas benang-benang halus yang disebut hifa. Kumpulan hifa jamur membentuk anyaman yang disebut miselium. Pada jamur multiseluler yang hifanya tidak bersekat (asepta), inti selnya tersebar di dalam sitoplasma dan berinti banyak. Jamur jenis ini disebut jamur senositik (coenocytic). Sedang yang bersekat umumnya berinti satu dan disebut sebagai jamur monositik (monocytic).

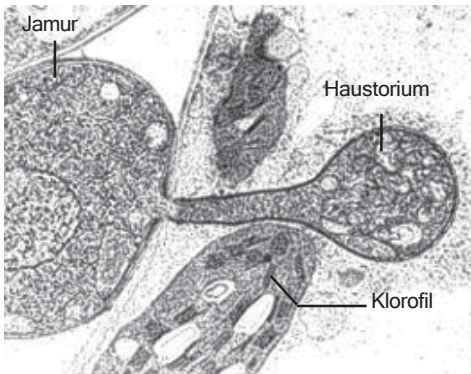
Bentuk jamur mirip dengan tumbuhan, tetapi jamur tidak memiliki daun dan akar sejati. Selain itu, jamur tidak memiliki klorofil sehingga tidak mampu berfotosintesis. Dengan demikian, jamur merupakan



Sumber: koleksi penerbit 2006

■ Gambar 6.1
Struktur jamur

organisme heterotrop, yaitu organisme yang cara memperoleh makanannya dengan mengabsorpsi nutrisi dari lingkungannya atau substratnya. Sebelum mengabsorpsi makanan yang masih berupa senyawa kompleks, ia mensekresikan enzim hidrolitik ekstraseluler atau ferment untuk menguraikannya lebih dahulu di luar selnya.



■ Gambar 6.2

Sumber: biologie.uni-hamburg.de

Haustorium jamur menembus daun.

Jamur ada yang hidup sebagai parasit, ada pula yang bersifat saprofit. Selain itu, ada pula yang bersimbiosis dengan organisme lain secara mutualisme. Sebagai parasit, jamur mengambil makanan langsung dari inangnya. Jamur jenis ini memiliki haustorium, yaitu hifa khusus untuk menyerap makanan langsung dari inangnya. Sebagai saprofit, jamur mengambil makanan dari sisa-sisa organisme lain yang telah mati. Jamur yang bersimbiosis, mengambil nutrisi berupa zat organik dari organisme lain dan organisme itu mendapatkan zat tertentu yang bermanfaat dari jamur tersebut.

Jamur dapat berkembang biak secara asexual dan seksual. Meski demikian, perkembangbiakan secara seksual lebih mendominasi karena dilakukan oleh hampir semua jamur tersebut.

B. Klasifikasi Jamur

Para ahli biologi memperkirakan di seluruh dunia terdapat sekitar 1,5 juta spesies jamur. Diantaranya baru sekitar 100.000 spesies jamur yang telah diketahui. Secara filogenetik jamur digolongkan ke dalam 4 divisio, yaitu Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota .

1. Chytridiomycota

Info Biologi

Lumut kerak merupakan gabungan dari jamur dan ganggang kedua organisme ini hidup bersama dalam suatu hubungan yang saling menguntungkan (simbiosis mutualisme)

Divisio Chytridiomycota sering dianggap sebagai bentuk peralihan antara divisio Protista dengan divisio Jamur. Akan tetapi, para ahli sistematika molekuler yang membandingkan urutan protein dan urutan asam nukleat divisio ini dengan jamur, telah menemukan bukti bahwa Chytridiomycota termasuk golongan jamur.

Sebagian besar Chytridiomycota merupakan organisme akuatik, beberapa di antaranya bersifat saprofitik dan parasit pada invertebrata akuatik. Ciri utama divisio ini adalah

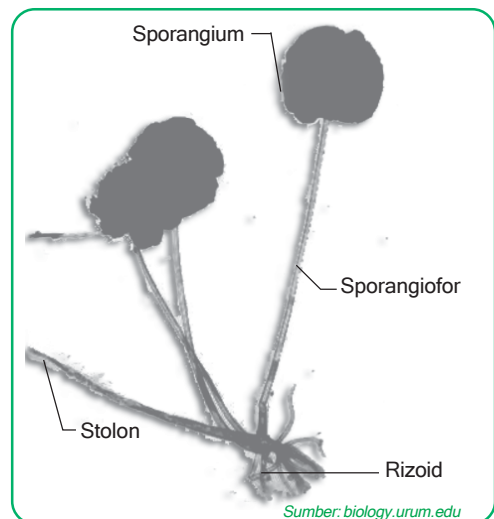
nutrisi yang absorbtif dan dinding selnya tersusun atas senyawa chitin, memiliki hifa senositik dan bereproduksi dengan membentuk zoospora berflagel. Contohnya Chytridium.

2. Zygomycota

Sekitar 600 spesies jamur telah diidentifikasi masuk ke dalam divisio Zygomycota. Sebagian besar mereka merupakan organisme darat yang hidup di tanah atau pada tumbuhan dan hewan yang membusuk. Ada di antaranya yang membentuk mikorhiza, yaitu asosiasi saling menguntungkan antara jamur-jamur dari divisio ini dengan tumbuhan tinggi.

Tubuh Zygomycota tersusun atas hifa senositik. Septa hanya ditemukan pada hifa bagian tubuh yang membentuk alat reproduksi saja. Reproduksi seksualnya melalui peleburan gamet yang membentuk zigospora.

Contoh yang paling mudah didapat dari anggota divisio ini adalah *Rhizopus stoloniferus* (Gambar 6.3). Jamur ini hidup sebagai pengurai sisa organik atau parasit pada tanaman ubi jalar. Ada pula yang dapat menyebabkan kerusakan pada bahan makanan seperti roti, nasi, wortel, jambu dan lain-lain. Meskipun demikian ada yang dapat dimanfaatkan dalam proses fermentasi bahan makanan (dalam pembuatan tempe) dan asam-asam organik yang berguna bagi kita.



■ Gambar 6.3
Struktur *Rhizopus stoloniferus*

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mendeskripsikan fungsi bagian tubuh jamur.

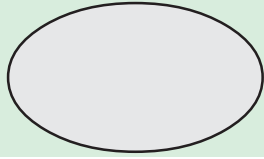
Kompetensi sains

- Mengamati morfologi jamur tempe.
- Menggunakan mikroskop dengan benar.
- Menggambar morfologi jamur tempe.
- Menyusun laporan ilmiah dengan benar.

Mengamati Jamur Tempe.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 4 orang

Bukalah tempe dari bungkusnya dan biarkan sampai beberapa jam. Kemudian ambilah benang-benang putih pada tempe itu dan amati di bawah mikroskop untuk mengidentifikasi ciri-ciri morfologi jamur pada tempe (*Rhizopus oligosporus*, *R. stoloniferus* atau *R. oryzae*). Gambarkan hasil pengamatanmu dengan menggunakan contoh format berikut ini! Sebutkan bagian-bagian tubuhnya!



Preparat :
Tanggal :
Perbesaran :
Keterangan :

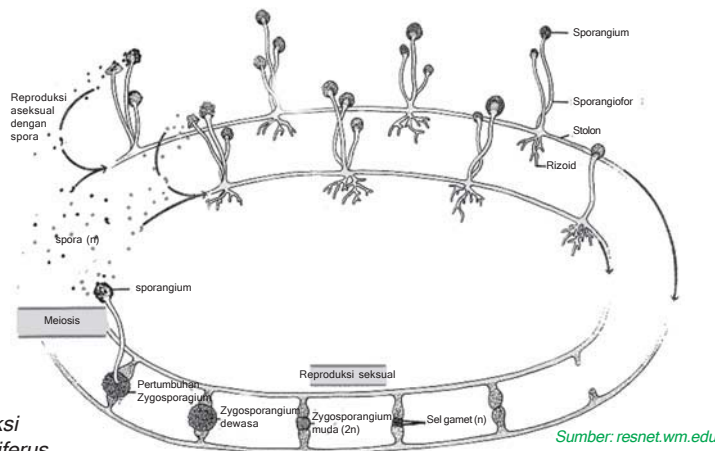
- Deskripsikan hasil pengamatanmu tentang struktur tubuh jamur tempe.
- Lakukan pengamatan lebih lanjut, mengapa ada bagian tempe yang berwarna hitam dan ada yang berwarna putih.
- Buatlah laporan kegiatan mengikuti kaidah pelaporan kegiatan ilmiah.

Aktivitas Sains

Tugas deskripsi

Tujuan: mendeskripsikan reproduksi seksual dan aseksual jamur.

Mendeskripsikan perkembangbiakan seksual *Rhizopus stoloniferus*
Perhatikan gambar reproduksi seksual *Rhizopus stoloniferus* di bawah ini!



■ **Gambar 6.4**
Skema reproduksi
Rhizopus stoloniferus

Sumber: resnet.wm.edu

- Deskripsikan fase seksual *Rhizopus stoloniferus* berdasarkan gambar di atas!
- Gunakan buku-buku atau sumber yang sesuai sebagai bahan bacaan!
- Berdasarkan penjelasan fase reproduksi seksual dan aseksual di atas buatlah peta konsep siklus hidup *Rhizopus stoloniferus*!

Rhizopus stoloniferus dapat berkembang biak secara aseksual. Prosesnya dimulai dengan spora yang berkecambah tumbuh menjadi hifa senositik yang bercabang-cabang, lalu pada empat hifa tertentu akan tumbuh sporangium yang disangga oleh sporangiofor. Di dalam sporangium terbentuk spora aseksual dalam jumlah besar. Kumpulan sporangiofor ditunjang oleh rizoid yang menyerap makanan dan air dari substratnya. Hifa di antara dua kumpulan sporangiofor yang

dinamakan stolon (gambar 6.3). Dinding sporangium yang sangat rapuh luluh ketika spora menjadi matang. Setelah sporangium pecah, spora akan bertebaran dibawa angin. Di tempat yang sesuai, spora tersebut akan berkecambah.

Contoh lain Zygomycotina adalah *Mucor mucedo*. Ia hidup saprofit misalnya pada roti atau kotoran hewan. Jamur ini mempunyai keturunan diploid yang lebih singkat dari *Rhizopus pylobolus* yang sering ditemukan tumbuh pada kotoran kuda mempunyai sporangium yang dapat menunjukkan gerak fototropi, yaitu gerak tumbuh membengkoknya sporangium ke arah datangnya cahaya.

Info Biologi

Cabang botani yang mempelajari jamur disebut mikologi. Berasal dari kota Yunani mykes (cendawan) dan logos (ilmu pengetahuan). Para ahli disebut ahli mikologi.

3. Ascomycota

Lebih dari 600.000 spesies Ascomycota telah dideskripsikan. Tubuh jamur ini tersusun atas miselium dengan hifa bersepta. Pada umumnya jamur dari divisio ini hidup pada habitat air bersifat sebagai saproba atau *patogen* pada tumbuhan. Akan tetapi, tidak sedikit pula yang hidup bersimbiosis dengan ganggang membentuk Lichenes (lumut kerak).

Ciri khas Ascomycota adalah cara perkembangbiakan seksualnya dengan membentuk askospora. Sedangkan, reproduksi asexual terjadi dengan membentuk konidium. Konidium ini dapat berupa kumpulan spora tunggal atau berantai. Konidium merupakan hifa khusus yang terdapat pada bagian ujung hifa penyokong yang disebut konidiofor.

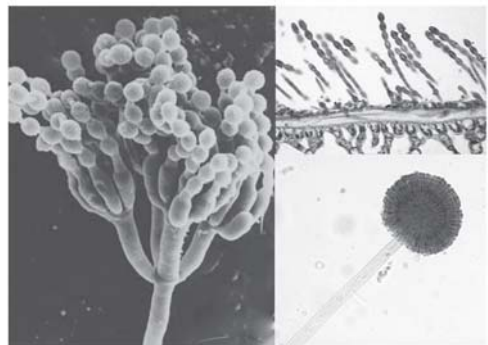
Di antara Ascomycota ada yang bersel tunggal, bersel banyak membentuk miselium dan ada pula yang membentuk tubuh buah. Beberapa contohnya adalah sebagai berikut.

a) Bersel satu

Saccharomyces cerevisiae, dikenal sebagai ragi atau yeast.

b) Bersel banyak membentuk miselium

- 1) *Aspergillus oryzae*, untuk melunakkan adonan roti.
- 2) *A. wentii*, bermanfaat dalam pembuatan kecap.
- 3) *Penicillium notatum*, *P. chrysogenum* menghasilkan antibiotik penisilin.
- 4) *Neurospora crassa*, diperoleh dari oncom merah atau tongkol jagung rebus, digunakan untuk penelitian sitogenetika.



Sumber: jo.uwinnipeg.ca, botit.botany.wisc.edu, cspumona.edu

■ Gambar 6.5
Berbagai bentuk konidium Ascomycota

d Membentuk tubuh buah

Xylaria dan *Nectaria*, tubuh buah besar, hidup saprofit pada kayu yang membusuk.

Dari berbagai pengamatan secara teliti terhadap jamur tidak semua dapat diketahui cara reproduksi seksualnya. Jamur-jamur yang seperti ini untuk sementara digolongkan ke dalam Deuteromycota (Fungi Imperfecti = Jamur tidak sempurna). Jika suatu saat diketahui fase seksualnya, maka jamur itu digolongkan sesuai dengan alat perkembangbiakan seksualnya. Contohnya jamur *Monilia sithophila* (jamur oncom), setelah diketahui fase seksualnya membentuk askospora, maka digolongkan ke dalam Divisio Ascomycota dan diberi nama *Neurospora sithophila*.

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengamati dan mendeskripsikan jamur Ascomycota.

Kompetensi sains

- Merencanakan pengamatan ilmiah secara sistematis.
- Menggunakan mikroskop.
- Membuat laporan ilmiah dengan benar.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 4 orang

1. Tumbuhkan jamur pada medium roti, nasi dan tongkol jagung pada tempat lembab dan remang-remang! Lakukan beberapa hari sebelum kegiatan praktikum dilakukan.
2. Lakukan pengamatan di bawah mikroskop untuk mengidentifikasi ciri-ciri morfologi jamur yang ditemukan pada ketiga medium tersebut!
3. Laporkan hasil kegiatan dalam bentuk gambar mikroskopis yang dilengkapi deskripsi sifat-sifat morfologis jamur.



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 6.6 *Saccharomyces cerevisiae* membentuk koloni

a. Genus *Saccharomyces*

Jamur ini tidak memiliki hifa sebagai mana jamur yang lain. Tubuhnya terdiri atas sel bulat atau oval. Spesies yang terkenal dari genus *Saccharomyces* ini adalah jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Sel-sel *Saccharomyces cerevisiae* dapat bertunas sehingga membentuk rantai sel yang menyerupai hifa atau hifa semu. (Perhatikan gambar 6.6)!

Saccharomyces cerevisiae dapat berkembang biak secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan aseksual diawali dengan menonjolnya dinding sel ke luar membentuk

tunas kecil. Tonjolan membesar dan sitoplasma mengalir ke dalamnya, sehingga sel menyempit pada bagian dasarnya. Selanjutnya nukleus dalam sel induk membelah secara mitosis dan satu anak inti bergerak ke dalam tunas tadi. Sel anak kemudian memisahkan diri dari induknya atau membentuk tunas lagi hingga membentuk koloni. Dalam keadaan optimum satu sel dapat membentuk koloni dengan 20 kuncup.

Perkembangbiakan seksual terjadi jika keadaan lingkungan tidak menguntungkan. Pada prosesnya, sel *Saccharomyces cerevisiae* berfungsi sebagai askus. Nukleus-nya yang diploid ($2n$) membelah secara meiosis, membentuk empat sel haploid (n). Inti-inti haploid tersebut akan dilindungi oleh dinding sel sehingga membentuk askospora haploid (n). Dengan perlindungan ini askospora lebih tahan terhadap lingkungan buruk. Selanjutnya, empat askospora akan tumbuh dan menekan dinding askus hingga pecah, akhirnya spora menyebar. Jika spora jatuh pada tempat yang sesuai, sel-sel baru akan tumbuh membentuk tunas, sebagaimana terjadi pada fase asexual.

Dengan demikian *Saccharomyces cerevisiae* mengalami fase diploid ($2n$) dan fase haploid (n) dalam daur hidupnya. Bagaimanakah daur hidup *Saccharomyces cerevisiae*? Untuk mengetahuinya, lakukan aktivitas berikut:



Sumber: web.med.uni-muenchen

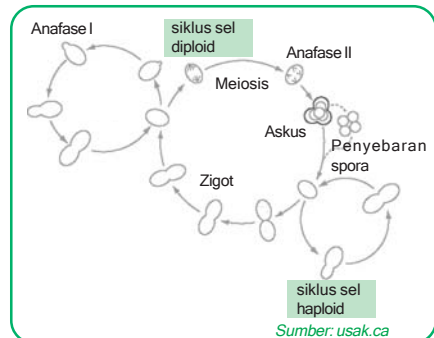
■ Gambar 6.7 Perkembangbiakan aseksual *Saccharomyces cerevisiae* dengan membentuk tunas

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

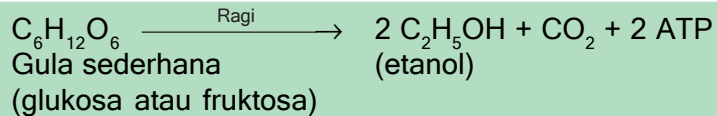
Tujuan: mendeskripsikan daur hidup *Saccharomyces cerevisiae*.

1. Perhatikan gambar daur hidup *Saccharomyces cerevisiae* di samping ini!
2. Deskripsikan daur hidup *Saccharomyces cerevisiae* berdasarkan gambar di samping!
3. Gunakan buku-buku atau sumber yang sesuai sebagai bahan rujukan!
4. Berdasarkan penjelasan daur hidup *Saccharomyces cerevisiae* di samping, buatlah peta konsepnya!



■ Gambar 6.8 Daur hidup *Saccharomyces cerevisiae*

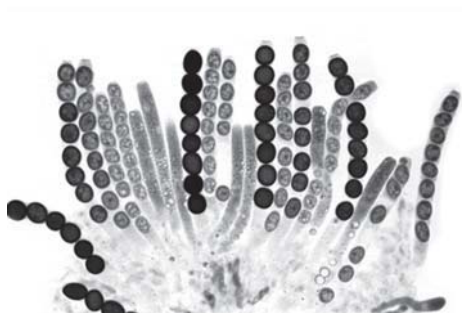
Saccharomyces cerevisiae, memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Jamur ini digunakan dalam proses fermentasi pada pembuatan tape roti, dan pembuatan minuman beralkohol. Reaksi fermentasi yang umum melibatkan *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut:



Pada pembuatan minuman beralkohol, kadar alkohol yang terbentuk dibatasi oleh penghambatan aktivitas khamir pada kadar yang berbeda, yaitu 3% - 5% pada pembuatan bir dan hingga 14% pada pembuatan minuman anggur. Jika minuman beralkohol memiliki kadar lebih dari itu berarti ke dalamnya ditambah alkohol atau difermentasi lanjut dengan destilasi.

Pada pembuatan roti, gas CO_2 yang terbentuk akibat proses peragian menyebabkan adonan mengembangnya dan alkohol yang terbentuk akan hilang dengan sendirinya karena proses pembakaran.

b. Genus *Neurospora*



■ Gambar 6.9
Askus *Neurospora*

Sumber: stanford.edu

Neurospora mudah ditemukan di bekas kayu terbakar pada musim penghujan, konidianya berwarna oranye. Jika dengan mikroskop, konidia jamur ini tampak berderet membentuk rangkaian spora yang tumbuh menurut arah jari-jari (gambar 5.7). Di Jawa Barat, jamur ini digunakan untuk pembuatan oncom, yaitu tempe dengan bahan dari ampas tahu atau bungkil kacang tanah. Jamur ini banyak digunakan para ahli sebagai bahan penelitian sitogenetika.

Semula, sebelum diketahui fase perkembangbiakan seksualnya, jamur ini dimasukkan ke dalam golongan Jamur Tidak Sempurna atau *Fungi Imperfecti* dan diberi nama *Monilia sithophila*. Sejak penemuan fase seksualnya oleh B.O.Dodge pada tahun 1926, bahwa jamur ini menghasilkan askus maka jamur ini dimasukkan ke dalam golongan Ascomycota. Sedangkan fase aseksualnya sudah lama diketahui, yaitu sejak tahun 1843.

c. Genus *Aspergillus*

Fase perkembangbiakan aseksual *Aspergillus* menghasilkan konidium yang disangga konodiofor. Ujung konidiofornya berbentuk seperti bola dengan sejumlah cabang yang masing-masing menyangga ranting konidium. Perhatikan gambar 6.9

Jamur ini tumbuh sebagai saproba pada berbagai macam bahan organik, seperti roti, olahan daging, butiran padi, kacang-kacangan, makanan dari beras atau ketan, dan kayu. Pernah kamu menjumpai lapisan hijau di atas selai, kue keranjang atau roti? Coba amati di bawah mikroskop, kamu akan menemukan *Aspergillus*.

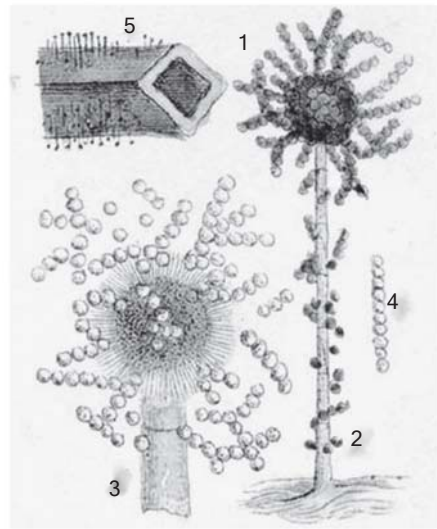
Jamur ini dapat bertahan hidup dalam keadaan asam, kandungan gula tinggi, atau kadar garam tinggi, pada keadaan itu bakteri terhambat pertumbuhannya. Beberapa spesies jamur ini, misalnya *Aspergillus fumigatus* menyebabkan Aspergilosis pada unggas. Penyakit ini menyerang saluran pernafasan akibat menghirup udara yang mengandung spora dari kotoran yang berjamur. Meskipun jarang dijumpai, penyakit ini dapat menyerang manusia. Pada manusia, gejala penyakit ini sangat mirip dengan gejala TBC yang disebabkan bakteri.

Aspergillus flavus menghasilkan alfatoksin, suatu senyawa racun yang diduga menyebabkan kanker hati. Jamur ini dapat dijumpai pada kacang tanah atau produk makanan yang terbuat dari kacang tanah. Oleh karenanya, hindarilah mengonsumsi kacang tanah yang sudah tidak segar atau produk makanan dari kacang tanah yang permukaannya mulai berubah warna.

Aspergillus ada juga yang bermanfaat bagi manusia, seperti *A. niger* menghasilkan asam sitrat dan *A. oryzae* yang menghasilkan enzim amylase untuk merombak amilum dalam pembuatan minuman beralkohol, juga digunakan dalam pembuatan kecap, tahu, dan taoco.

d. Genus *Penicillium*

Pada tempat-tempat yang ditumbuhi *Aspergillus* dapat juga ditemukan *Penicillium*. Fase aseksual jamur ini menghasilkan



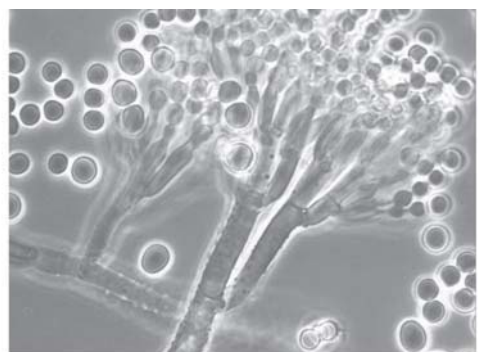
Sumber: ilmyco.gen.chicago.il.us

■ Gambar 6.10

1. Konidium. 2. Konidiofor. 3. Ujung konidiofor. 4. Askus. 5. Substrat ditumbuhi jamur *Aspergillus*.

Ingatlah

Jamur Ascomycota memiliki hifa yang bersekat. Jamur ini berkembang biak secara aseksual dengan membentuk konidia, sedang secara seksualnya dengan menghasilkan askospora di dalam askus.



■ Gambar 6.11

Konidia *Penicillium*

Sumber: via.no

konidium yang disangga oleh konidiofor. Berbeda dengan *Aspergillus*, konidiofor *Penicillium* bercabang-cabang, dan masing-masing menyangga sekumpulan cabang yang lebih pendek.

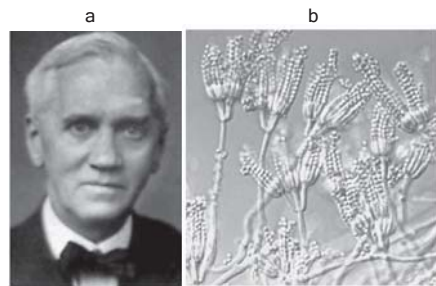
Beberapa spesies *Penicillium* digunakan dalam pembuatan keju, seperti *P.camemberti* dan *P.requoforti* yang memberikan aroma khas pada keju. *P.notatum* dan *P.chrysogenum* menghasilkan penisilin. *P.digitarum* dan *P.italicum* dapat menyebabkan kerusakan pada buah jeruk. *P.expansum* menyebabkan buah apel membusuk di tempat penyimpanan. Dan pernahkah kamu menjumpai beras berubah menjadi berwarna kuning saat disimpan? Beras semacam ini sering disebut "yellow rice". Penyebabnya adalah *P.islandicum*.

Tokoh:

Alexander Flemming (1881-1955)

Ahli bakteri berkebangsaan Inggris ini adalah seorang professor pada Universitas London dan mengabdikan sebagai kapten di Army Medical Corps. Sepanjang karirnya sebagai ilmuwan, beliau meneliti zat antiseptik dan pengaruhnya pada bakteri alami, menemukan Lysozyme, menemukan metode kepekaan kuantitas titrasi dan menemukan metode pengujian kadar logam pada darah manusia.

Pada tahun 1928, saat meneliti virus influenza, Alexander Fleming secara kebetulan menemukan fenomena alam bahwa terdapat jamur pada piring biakan *Staphylococcus*. Jamur tersebut membuat areal lingkaran bebas bakteri di sekitar tempat hidupnya. Pada penelitian selanjutnya ditemukan bahwa jamur *Penicillium* tersebut mengeluarkan zat antibiotik yang mematikan bakteri patogen di sekitarnya. Zat ini kemudian disebut Penisilin. Pada Perang Dunia II, penisilin berjasa besar menyembuhkan ribuan prajurit dari infeksi kuman. Sejak itu penggunaan penisilin semakin meluas dan angka kematian karena infeksi menurun drastis.



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 6.12

a. Alex Fleming, b. Penisillin

4. Basidiomycota

Nama Basidiomycota berasal dari kata basidium, yaitu suatu tahapan diploid dalam daur hidup Basidiomycota yang berbentuk seperti gada. Pada umumnya jamur ini merupakan saproba yang penting. Aktivitasnya adalah menguraikan polimer lignin pada kayu dan berbagai bagian tumbuhan yang lain.

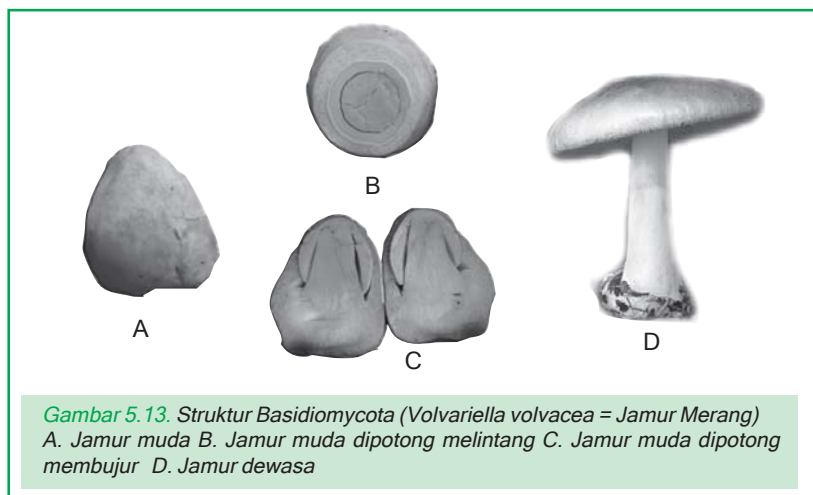
Jika kamu menjumpai orang memanfaatkan jamur sebagai bahan makanan maka yang dimaksud adalah "mushroom" atau jamur

kelenthos (puffball). Keduanya termasuk Basidiomycota yang sangat populer, di samping beberapa jenis jamur lain yang biasa dimasak sebagai bahan makanan.

Sekitar 25.000 spesies dari divisio ini telah diidentifikasi. Ciri umum jamur ini adalah hifa bersepta, fase seksualnya dengan pembentukan basidiospora yang terbentuk pada basidium yang berbentuk gada, membentuk tubuh buah (basidiokarp) seperti payung yang terdiri atas batang dan tudung. Di bagian bawah tudung terdapat lembaran-lembaran, tempat terbentuknya basidium. Semua anggota divisio Basidiomycota beradaptasi pada kehidupan di darat sebagai saproba, parasit pada organisme lain dan mikorhiza!

Ingatlah

Jamur Basidiomycota ada yang mengandung racun. Jamur beracun umumnya memiliki warna yang cerah dan mencolok serta pada batangnya terdapat cincin, contohnya jamur *Amanita Muscaria* yang dapat menyebabkan halusinasi jika dimakan.



Gambar 5.13. Struktur Basidiomycota (*Volvariella volvacea* = Jamur Merang)
A. Jamur muda B. Jamur muda dipotong melintang C. Jamur muda dipotong membujur D. Jamur dewasa

Daur hidup Basidiomycota

Fase aseksual Basidiomycota ditandai dengan pembentukan konidium, sedangkan fase seksualnya ditandai dengan membentuk basidiospora. Spora pada konidium maupun basidiospora pada kondisi yang sesuai tumbuh membentuk hifa bersekat melintang yang berinti satu (monokariotik). Selanjutnya, hifa akan tumbuh membentuk miselium.

Di antara hifa ada yang berjenis (+) dan ada yang (-). Jika hifa (+) dan hifa (-) bertemu, bersentuhan, maka dinding sel yang membatasi keduanya akan melebur, sehingga terbentuk saluran sel. Hifanya kemudian menjadi berinti dua (dikariotik). Sel hifa



Gambar 5.14
Jamur Merang *Volvariella volvacea* (Basidiomycota)

Sumber: natur-um-triberg.de

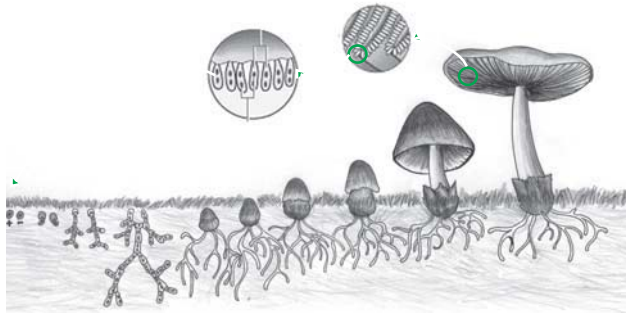
dikariotik terus tumbuh menjadi miselium. Dari miselium ini muncul tubuh buah (basidiocarp). Tubuh buah akan membentuk basidium. Di dalam basidium, inti yang mula-mula dua buah (masing-masing haploid) melebur menjadi satu inti diploid. Inti diploid akan membelah secara meiosis dan menghasilkan 4 basidiospora haploid. Demikian seterusnya daur hidup berulang lagi! Untuk lebih memahami hal ini lakukanlah aktivitas berikut ini!

Aktivitas Sains

Tugas deskripsi

Tujuan: mendeskripsikan daur hidup Basidiomycota.

Perhatikan gambar daur hidup (Basidiomycota) *Volvariella volvacea* di bawah ini!



Sumber: koleksi penerbit 2006

Gambar 6.15. Daur hidup *Volvariella volvacea*

- Deskripsikan daur hidup *Volvariella volvacea* berdasarkan gambar di atas!
- Gunakan buku-buku atau sumber lain yang sesuai sebagai bahan bacaan!
- Berdasarkan penjelasan daur hidup *Volvariella volvacea* dan buatlah peta konsepnya!

Ingatlah

Tidak seperti *Amanita muscaria* yang beracun, jamur *Amanita caesaria* yang berwarna oranye cerah memiliki rasa yang lezat dan merupakan makanan kegemaran kaisar Romawi yang bernama Nero

Beberapa contoh Basidiomycota yang penting adalah sebagai berikut.

- 1) *Volvariella volvacea* dan *Agaricus bisporus*, jamur yang dibudidayakan untuk dimasak sebagai bahan makanan. Jamur ini ditanam pada medium yang mengandung selulosa (misalnya jerami) dengan kelembapan tinggi.
- 2) *Auricularia polytrica* (jamur kuping), jamur ini enak dimakan, hidup pada batang tumbuhan yang telah mati.

Beberapa contoh Basidiomycota yang merugikan adalah sebagai berikut.

- 1) *Puccinia graminis*, jamur ini hidup parasit pada rumput.
- 2) *Ustilago maydis*, jamur ini parasit pada tanaman jagung, menyerang sukam daun, tongkol, jumbai dan tangkai. Kamu

yang paling menyolok jika tanaman jagung diserang jamur ini adalah adanya beberapa butiran jagung pada tongkolnya menjadi jauh lebih besar dari ukuran normal.

- 3) *Ganoderma pseudoferreum*, jamur ini penyebab busuk akar pada tanaman coklat, kopi, teh, karet dan tanaman perkebunan lain.
- 4) *Ganoderma applanatum*, jamur ini menyebabkan kerusakan pada kayu.

Aktivitas Sains

Tugas

Tujuan: mengidentifikasi manfaat jamur.

- Gunakan berbagai sumber untuk mengumpulkan informasi tentang manfaat jamur bagi kehidupan manusia!
- Komunikasikan informasi yang kamu peroleh dengan tabel sebagai berikut!

No	Nama Jamur	Divisio	Peranan/manfaat

Aktivitas Sains

Tugas karya tulis

Tujuan: membuat karya tulis ilmiah tentang jamur.

- Kumpulkan gambar berbagai jamur dari berbagai sumber seperti, buku, majalah, koran, internet, dan sebagainya!
- Buatlah tulisan ringkas, (maksimal 5 halaman kuarto) tentang sejarah penemuan pemanfaatan jamur dalam kehidupan manusia!

Rangkuman

1. Jamur adalah organisme eukariotik yang memiliki dinding sel dari bahan kitin.
2. Umumnya jamur merupakan organisme multiseluler, tapi ada juga yang uniseluler. Tubuh jamur multiseluler terdiri atas hifa, lalu kumpulan hifa membentuk meselium.

3. Jamur multiseluler hifanya tak bersekat, inti selnya banyak dan tersebar didalam sitoplasma, disebut juga jamur senositik.
4. Jamur Uniseluler hifanya bersekat, disebut juga jamur monositik.
5. Jamur ada yang bersifat parasit, saprofit dan ada pula yang bersimbiosis mutualisme dengan organisme lain.
6. Perkembangbiakan jamur dengan cara aseksual dan seksual. Namun umumnya jamur berkembangbiak secara seksual.
7. Jamur dalam klasifikasi makhluk hidup digolongkan ke dalam 4 divisio, yaitu Chytridiomycota, Ascomycota, dan Basidiomycota.
8. Jamur dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan (jamur merang) antibiotik (penisilin), dan proses pembuatan bahan makanan (jamur tempe, oncom)

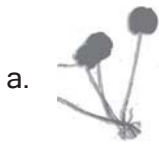
Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Jamur tidak memiliki klorofil
 - 2) Jamur dapat berkembang biak secara generatif dan vegetatif
 - 3) Jamur merupakan organisme heterotrof
 - 4) Jamur berkembang biak dengan spora
 - 5) Bagian-bagian jamur tidak dapat dibedakan antara daun, batang dan akar.
 Pernyataan yang tepat sebagai alasan dikelompokkannya jamur pada satu kingdom tersendiri adalah pernyataan
 - a. 1, 2, dan 3
 - b. 2, 3, dan 4
 - c. 1 dan 3
 - d. 1 dan 4
 - e. 1 dan 3
2. Jamur berbeda dengan tumbuhan hijau, terutama dalam hal
 - a. merupakan tumbuhan uniseluler
 - b. tidak memiliki dinding selulosa
 - c. tidak dapat mensintesa protein
 - d. tidak dapat menyerap air
 - e. tidak dapat membuat glukosa dari CO_2 dan H_2O
3. Kesamaan bakteri dan fungi heterotropik adalah
 - a. memiliki vakuola makanan
 - b. memiliki rongga gastrointestinal
 - c. melakukan pencernaan secara ekstraseluler
 - d. memiliki cilia untuk menangkap makanan
 - e. melakukan pencernaan secara intraseluler

4. Jamur di bawah ini yang pembentukan sporanya di dalam basidium adalah



5. Jamur merang (*Volvariella volvacea*) yang tubuh buahnya dapat dimakan, membawa basidiosporanya pada bagian

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| a. selaput penutup | d. tengah batang |
| b. bilah bawah tudung | e. pangkal batang |
| c. atas tudung | |

6. Rhizopus adalah fungi yang perkembangbiakan seksualnya dilakukan melalui

- | | |
|-----------------|-------------------|
| a. basidiospora | d. sporangiospora |
| b. askospora | e. zygospora |
| c. konidiospora | |

7. Contoh jamur di antaranya adalah:

- 1) Jamur kuping (*Auricularia polytricha*)
- 2) Jamur kayu (*Olygosporus sp.*)
- 3) Jamur merang (*Volvariella volvacea*)
- 4) Jamur payung (*Amanita muscaria*)

Persamaan sifat yang dimiliki jamur tersebut adalah

- a. hidup saprofit, tidak berklorofil, berkembang biak dengan basidium
- b. hidup saprofit, tidak berklorofil, berkembang biak dengan askus
- c. hidup epifit, tak berklorofil, berkembang biak dengan basidium
- d. hidup parasit, tidak berklorofil, berkembang biak dengan askus
- e. hidup parasit, berbentuk lembaran, berkembang biak dengan basidium

8. Dua macam sifat jamur yang benar pada pernyataan di bawah ini adalah

- a. tersusun atas benang-benang hifa dan autotrop
- b. autotrop dan bersel banyak
- c. tersusun atas benang-benang hifa dan prokariotik
- d. prokariotik dan bersel satu atau bersel banyak
- e. eukariotik dan tersusun atas benang-benang hifa

9. Peranan Ascomycota dalam kehidupan manusia yang benar adalah
- Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan alkohol
 - Penicillium chrysogenum* dalam pembuatan kecap
 - Aspergillus wentii* dalam pembuatan penisilin
 - Neurospora crassa* dalam pembuatan kecap
 - Aspergillus oryzae* dalam pembuatan oncom

10. Seorang siswa menemukan tumbuhan dengan ciri:

- Tubuh terdiri atas jalinan benang-benang
- Tidak berklorofil
- Hidup di tempat yang lembab

Berdasarkan ciri tersebut tumbuhan yang dimaksud adalah

- ganggang
- tumbuhan paku
- jamur
- tumbuhan lumut
- lichenes

11. Hasil pengamatan terhadap dua jenis jamur diperoleh data:

Ciri yang diamati	Jamur I	Jamur II
Tubuh Struktur hifa Tempat spora	Bersel banyak Bersekat Sporangium di ujung tangkai spora	Bersel banyak bersekat Sporangium dalam tubuh buah
Reproduksi vegetatif Reproduksi generatif	Dengan spora Membentuk zygospora	Dengan konidiospora Membentuk spora berbeda jenis

Berdasarkan data di atas jamur I dan II adalah

- Zygomycota dan Ascomycota
 - Ascomycota dan Basidiomycota
 - Basidiomycota dan Zygomycota
 - Ascomycota dan Zygomycota
 - Zygomycota dan Basidiomycota
12. Jika diperhatikan jamur dapat hidup di hutan lebat. Hal itu disebabkan jamur
- memerlukan sedikit sinar
 - tidak membuat sendiri makanannya
 - memerlukan tempat sejuk
 - tidak memerlukan banyak air
 - hidup di tempat yang kering
13. Rhizopus adalah jamur yang dimanfaatkan untuk pembuatan tempe. Pemiakan secara generatif jamur ini terjadi dengan cara pembentukan
- Oospora
 - Basidiospora
 - Zygospora
 - Askospora
 - Konidiospora

14. Dalam usaha mencari sumber energi baru, pemerintah merencanakan membuat alkohol dari ubi kayu dengan bantuan aktivitas mikroba. Mikroba yang digunakan adalah yang memiliki kemampuan
- mengubah pati menjadi alkohol
 - mengubah CO_2 dan O_2 menjadi alkohol
 - mengubah asam organik menjadi alkohol
 - mengubah zat gula menjadi alkohol
 - mengubah karbohidrat menjadi alkohol
15. Perbedaan pokok spora jamur dan spora bakteri adalah bahwa spora jamur
- memiliki dinding tebal
 - tahan terhadap suhu tinggi
 - merupakan alat perkembangbiakan
 - berfungsi melindungi diri
 - belum memiliki membran inti
16. Dalam peristiwa fermentasi terjadi reaksi:
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2 + 2\text{ATP}$
 Agar reaksi tersebut dapat berlangsung diperlukan aktivitas jamur dari golongan
- Zygomycota
 - Ascomycota
 - Basidiomycota
 - Deuteromycota
 - Oomycota
17. Penyakit kulit pada manusia banyak disebabkan oleh jamur golongan
- Zygomycota
 - Ascomycota
 - Basidiomycota
 - Deuteromycota
 - Oomycota
18. Organisme kelompok jamur hidup secara heterotrof, karena
- tubuhnya bersel banyak
 - dinding selnya tidak bermembran
 - berkembangbiak dengan spora
 - hidup di tempat yang banyak bahan organik
 - selnya tidak berklorofil
19. Cara reproduksi berikut menyatakan cara pembiakan *Saccharomyces cerevisiae*, kecuali
- generatif dan vegetatif
 - pembelahan sel
 - pembentukan tunas
 - pembentukan askospora
 - pembentukan konidiospora
20. Kacang tanah yang berjamur sebaiknya dibuang, sebab dikhawatirkan telah mengandung
- Penicillium
 - Mucor
 - Rhizopus
 - Auricularia
 - Aspergillus

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya.

1. Sebagian besar jamur bersifat autotrop, sebab tidak memiliki klorofil.
2. *Saccharomyces cereviceae* dapat bekerja pada persamaan reaksi: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Ragi}} 6CO_2 + 6H_2O + 2ATP$
3. Perkembangbiakan vegetatif semua jamur terjadi dengan membentuk konidiospora.
4. Askospora jamur yang jatuh di tempat lembab atau basah, gelap dan banyak mengandung bahan organik akan membentuk askokarp.
5. Perbedaan divisio Ascomycota dan Basidiomycota adalah pada cara perkembangbiakan vegetatifnya.

C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Chitridiomycota	a konidiospora
2	Spora vegetatif	b ascospora
3	Bertunas	c zoospora
4	Tempe	d basidiocarp
5	Tubuh buah	e basidiospora
		f <i>Saccharomyces cereviceae</i>
		g <i>Aspergillus oryzae</i>

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Gambarkan peta konsep perkembangbiakan Basidiomycota!
2. Bagaimanakah pola hubungan antara jamur dengan ganggang pada Lichenes?
3. Bagaimanakah cara yang paling mudah membedakan tubuh buah Ascomycota dengan tubuh buah Basidiomycota.
4. Jelaskan perbedaan jamur satu sel dengan protista mirip jamur!
5. Jelaskan keuntungan penggunaan jamur pada pembuatan tempe dari biji kedele!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pertanyaan di bawah ini!

Sebagian masyarakat menganggap tempe sebagai makanan rakyat yang tidak bergensi. Proses pembuatannya yang menggunakan jamur dikatakan tidak higienis. Anak-anak muda lebih menyukai makanan cepat saji, sebab praktis, ekonomis, higienis dan bergensi.

Pelatihan Semester 1

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Aksiologi biologi adalah
 - a. metode ilmiah
 - b. organisme
 - c. makhluk hidup dan yang erat kaitannya dengan makhluk hidup
 - d. sebagai applied science
 - e. sebagai basic science
2. "Penyakit malaria mungkin disebabkan oleh benda aneh yang berbentuk cincin yang terdapat di dalam darah", pernyataan tersebut merupakan
 - a. teori
 - b. hipotesa
 - c. kesimpulan
 - d. data
 - e. fakta
3. Virus merupakan makhluk aseluler, alasan yang tepat untuk menjelaskan hal itu adalah bahwa virus
 - a. tidak memiliki sitoplasma dan inti
 - b. hanya memperbanyak diri pada jaringan hidup
 - c. bersifat parasit dan pathogen
 - d. dalam benda tak hidup sebagai partikel kristal
 - e. memiliki satu jenis asam nukleat DNA atau RNA saja
4. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut:
 - 1) sebagai ilmu dasar;
 - 2) membantu manusia mengenal dirinya;
 - 3) membantu manusia mengenal lingkungannya;
 - 4) membantu memecahkan masalah yang dihadapi.Yang merupakan manfaat biologi bagi manusia adalah
 - a. 1, 2, 3, dan 4
 - b. 1 dan 2
 - c. 2, 3, 4
 - d. 1 dan 3
 - e. 1, 2, dan 3
5. Dalam bidang rekayasa genetika, virus dimanfaatkan sebagai
 - a. bahan pembuatan antibiotika
 - b. penghasil antibodimonoklonal
 - c. pembawa DNA/gen
 - d. obat terapi gen
 - e. bahan penelitian penyakit infeksi

6. Salah satu manfaat Biologi yang paling mendasar bagi manusia adalah
- jumlah penemuan biologi yang semakin banyak
 - mampu mengurangi dan meredakan permasalahan lingkungan
 - lahirnya ahli-ahli biologi yang berkecimpung di berbagai kehidupan
 - makin bertambahnya manusia yang mencintai ilmu biologi
 - lahirnya sikap manusia yang peduli pada kehidupan diri dan makhluk lainnya
7. Perhatikan hal-hal berikut ini;
- | | |
|------------|------------|
| 1) protein | 4) Virus |
| 2) RNA | 5) Bakteri |
| 3) DNA | 6) Alga |
- Fenomena "duplikasi" dapat ditemukan pada
- 4
 - 2, 3, dan 4
 - 1, 2, dan 3
 - 5 dan 6
 - 4, 5, dan 6
8. Seorang peneliti ekosistem air tawar mengadakan penelitian, mengidentifikasi variable, sebagai berikut.
- Variabel manipulatif : pemberian pupuk nitrogen
- Variabel respon : populasi ganggang
- Variabel kontrol : luas kolam, kualitas air, pencahayaan, populasi, dan jenis ikan.
- Rumusan hipotesis yang relevan diuji untuk penelitian tersebut adalah
- luas kolam dan kualitas air tidak mempengaruhi populasi ganggang
 - pemberian pupuk nitrogen berpengaruh terhadap populasi ganggang
 - pemberian pupuk nitrogen berpengaruh terhadap kualitas air dan pencahayaan kolam
 - populasi dan jenis ikan dipengaruhi oleh pemberian pupuk nitrogen
 - kualitas air dan pencahayaan berpengaruh terhadap populasi ganggang
9. Contoh jamur di antaranya adalah:
- Jamur kuping (*Auricularia polytricha*)
 - Jamur kayu (*Olygosporus sp.*)
 - Jamur merang (*Volvariella volvacea*)
 - Jamur payung (*Amanita muscaria*)
- Persamaan sifat yang dimiliki jamur tersebut adalah
- hidup saprofit, tidak berklorofil, berkembang biak dengan basidium
 - hidup saprofit, tidak berklorofil, berkembang biak dengan askus
 - hidup epifit, tak berklorofil, berkembang biak dengan basidium
 - hidup parasit, tidak berklorofil, berkembang biak dengan askus
 - hidup parasit, berbentuk lembaran, berkembang biak dengan basidium
10. Berikut ini termasuk bidang kajian biologi, *kecuali*
- | | |
|--------------------|--------------------------|
| a. kerusakan hutan | d. penyebaran flu burung |
| b. serangan wereng | e. ledakan penduduk |
| c. tsunami | |

11. Takson tertinggi dalam dunia hewan adalah
- divisio
 - sub-phylum
 - sub-divisio
 - kelas
 - phylum
12. Perhatikan nama-nama ilmiah berikut;
- 1) *Hibiscus sabdarifa*
 - 2) *Hibiscus rosa-sinensis*
 - 3) *Tamarindus indica*
 - 4) *Hibiscus tiliaceus*
 - 5) *Mangifera indica*
- Yang kekerabatannya paling dekat ditunjukkan oleh
- 3 dan 5
 - 1, 2, dan 5
 - 1, 2, dan 4
 - 3, 4, dan 5
 - 3, 4, dan 1
13. Dalam sistem klasifikasi lima (5) kingdom, bakteri masuk dalam kingdom
- Protista
 - Monera
 - Fungi
 - Plantae
 - Animalia
14. Berikut ini yang bukan merupakan ciri-ciri virus, adalah
- merupakan mikroorganisme
 - dapat berduplikasi hanya dapat hidup
 - hanya dapat hidup pada sel hidup
 - tidak punya protoplasma
 - bahan inti terdiri dari DNA dan RNA
15. Berikut ini fase-fase duplikasi virus tipe lisis:
- penetrasi
 - adsorpsi
 - perakitan
 - replikasi
 - lisis
- Urutan yang tepat adalah
- II - I - IV - III - V
 - II - IV - I - III - V
 - I - II - III - IV - V
 - I - II - IV - III - V
 - V - II - I - IV - III
16. Berikut ini yang bukan adalah anggota dari Monera, adalah
- Balantidium coli*
 - Clostridium tetani*
 - Escherichia coli*
 - Anabaena azolae*
 - Acetobacter xylinum*
17. Berikut ini yang bukan terdapat di dalam sel bakteri, adalah
- ribosom
 - mitokondria
 - DNA
 - dinding sel
 - membran sel

18. Peran bakteri bagi ekosistem
- sebagai produsen
 - sebagai predator
 - saprovora
 - dekomposer
 - herbivor
19. Perbedaan antara ilmu pengetahuan dan pengetahuan biologi terletak pada
- ilmu mempunyai objek dan metode, pengetahuan tidak
 - penegtahuan diperoleh melalui penelitian terencana, ilmu tidak
 - penegtahuan bersumber pada ilmu, sedang ilmu bersumber pada masalah
 - pengetahuan diperoleh tanpa sengaja dari objek, ilmu diperoleh dari objek tertentu dengan metode khusus
 - pengetahuan mempunyai objek tanpa metode, ilmu mempunyai objek sekaligus menggunakan metode tertentu
20. Manfaat mempelajari keanekaragaman hayati di bawah ini, *kecuali*
- mengetahui manfaat masing-masing jenis bagi manusia
 - mengetahui adanya saling ketergantungan di antara makhluk hidup
 - mengetahui ciri dan sifat masing-masing jenis
 - mengetahui kekerabatan antar makhluk hidup
 - mengetahui cara pemasaran berbagai makhluk hidup

B. Jawablah pertanyaan berikut ini!

- Apakah kuda terbang, negeri dongeng, makhluk luar angkasa (aliens) termasuk objek kajian biologi? Mengapa?
- Berbagai teknologi pengobatan penyakit yang disebabkan virus dan bakteri terus dikembangkan dan hasilnya sangat menggembirakan. Tetapi mengapa penyakit karena virus dan bakteri masih ada hingga kini. Mengapa demikian?
- Jelaskan ciri-ciri protista yang membedakan dengan monera!
- Bagaimanakah cara yang paling mudah membedakan tubuh buah Ascomycota dengan tubuh buah Basidiomycota.
- Mengapa tanaman aren dan kelapa dikatakan berbeda jenis? Mengapa fauna oriental di Indonesia bagian barat tidak ditemukan di Indonesia bagian timur?

Mengenai Dunia Tumbuhan (Plantae)

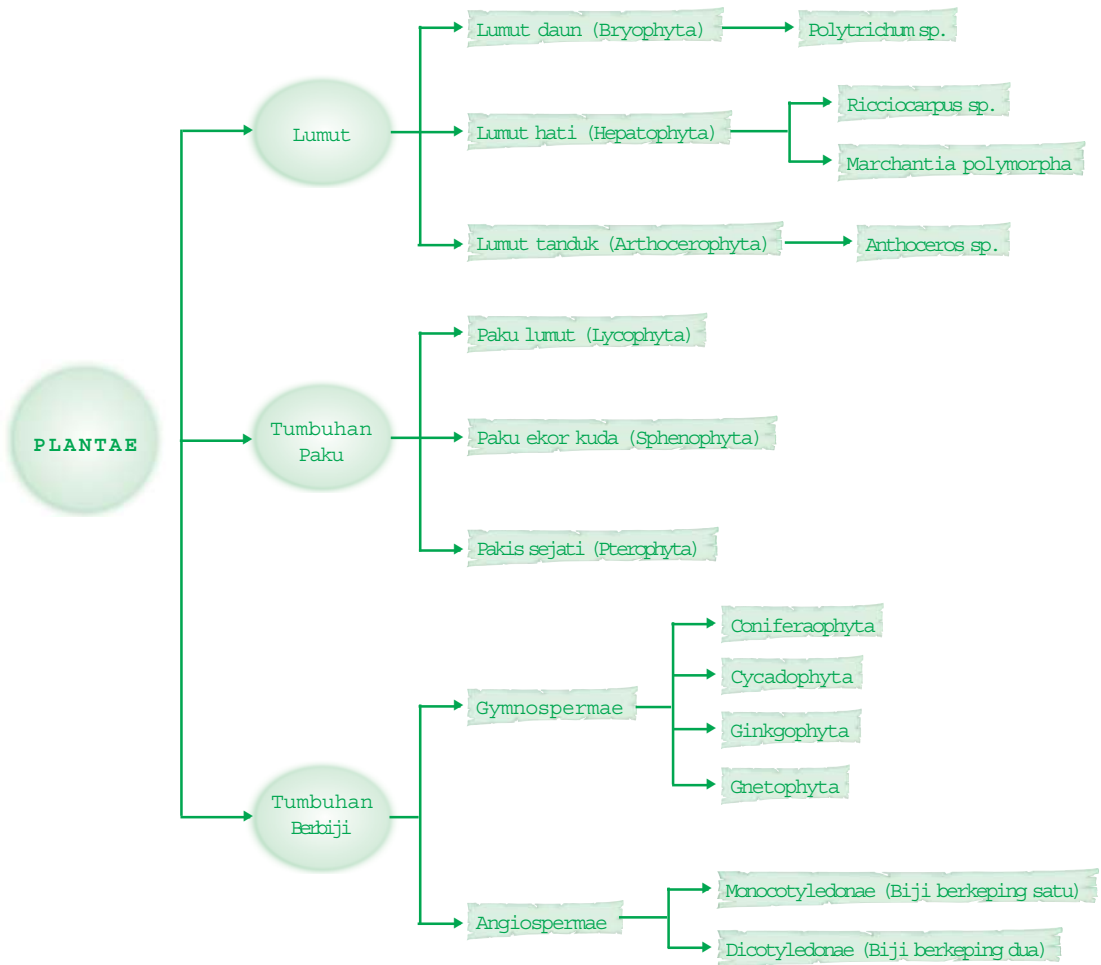
Coba kalian lihat indahnya bunga yang mekar, mencium aroma basah di pagi hari saat embun menempel pada dedaunan. Tumbuhan memberi warna pada dunia. Tumbuhan beraneka ragam, mulai dari tumbuhan mikroskopis seperti alga hijau, sampai pohon sequoia (kayu merah) raksasa yang dapat mencapai tinggi 100 meter.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat mendeskripsikan filum-filum dari Kingdom Plantae secara lengkap dan mengenal jenis-jenis tanaman yang bermanfaat bagi kehidupan.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- tumbuhan, lumut, paku, biji, monokotil, dikotil, angiospermae, gymnospermae

“Adakah perbedaan antara orang yang mengetahui eksistensi suatu tanaman dan orang awam? Tentu kamu dapat mengambil manfaat mengenal atau mengetahui sesuatu apalagi tentang dunia tumbuhan. Perhatikan petikan berikut! Badan Pengawas Obat dan Makanan (Badan POM) menyebutkan, saat ini sudah ada hasil penelitian sementara yang menunjukkan bahwa sembilan tanaman obat asli Indonesia yang aman dan bermanfaat. Selanjutnya, sembilan tanaman obat itu akan diteliti sampai tingkat uji klinis dalam kurun waktu 2 tahun. Sembilan tanaman obat itu sebagai penurun kolesterol (kunyit, temulawak, jati belanda), penurun kadar gula darah (mengkudu dan daun salam), anti-heoplasma (sambiloto dan jahe merah), dan anti-dengue (daun jambu biji).”

(Sumber: KOMPAS, Rabu, 12 Mei 2004 halaman 10)

Dalam bab ini kamu akan diajak mengenal berbagai ciri dan macam organisme kingdom plantae dan mendiskripsikan berbagai jenis serta manfaatnya bagi kehidupan.

A. Ciri Umum Plantae

Dunia tumbuhan (Plantae) mencakup semua organisme multiseluler, autotrop, fotosintetik. Dinding sel tumbuhan disusun atas senyawa selulosa, dan menyimpan kelebihan karbohidratnya dalam bentuk amilum. Akan tetapi, ternyata tidak semua organisme dengan ciri seperti itu dapat digolongkan sebagai tumbuhan. Bagaimana dengan ganggang hijau? Kamu tahu ganggang ini bersifat fotosintetik! Jika demikian, bagaimanakah membedakan ganggang multiseluler dengan tumbuhan?

Tumbuhan merupakan organisme yang sepenuhnya menyesuaikan diri dengan kehidupan di darat, meskipun beberapa di antaranya hidup di air seperti teratai. Oleh karena itu, tumbuhan (Plantae) berupa kormus (memiliki akar, batang dan daun sejati), bahan-bahan yang diperlukan tumbuhan, seperti cahaya, CO₂, air, dan mineral diperoleh melalui berbagai proses yang terjadi pada ketiga organ tersebut. Selain itu,



Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 7.1

Pohon tingkat tinggi

semua tumbuhan memiliki kloroplas dengan klorofil a dan klorofil b. Ganggang hijau diketahui hanya memiliki klorofil b.

Dalam sistem klasifikasi 5 kingdom, tumbuhan (Plantae) dibagi dalam beberapa divisio. Termasuk di dalamnya jenis-jenis tumbuhan golongan lumut, paku-pakuan, dan tumbuhan berbiji. Perhatikan tabel klasifikasi tumbuhan di bawah ini!

Tabel 7.1. Klasifikasi tumbuhan

			Divisio	Nama umum
Tumbuhan tidak berpembuluh			<ul style="list-style-type: none"> • Bryophyta • Hepatophyta • Anthocerotophyta 	Lumut daun Lumut hati Lumut tanduk
Tumbuhan berpembuluh	Tidak berbiji		<ul style="list-style-type: none"> • Lycophyta • Sphenophyta • Pterophyta 	Paku kawat Paku ekor kuda Paku sejati
	Berbiji	Tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae)	<ul style="list-style-type: none"> • Coniferophyta • Cycadophyta • Ginkgophyta • Gnetophyta 	Konifer Sikas Ginkyo Melinjo
		Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae)	<ul style="list-style-type: none"> • Anthophyta 	Tumbuhan berbunga

Diadaptasi dari Campbell, 2003

B. Lumut

Ingatlah

Plantae merupakan organisme multi seluler yang beradaptasi dengan kehidupan darat yang sesungguhnya dan dilengkapi dengan perlengkapan berupa kormus sejati berupa akar, batang dan daun untuk mendukung kehidupannya.

1. Ciri-ciri dan sifat lumut

Pada umumnya kita menyebut "lumut" untuk semua tumbuhan yang hidup di permukaan tanah, batu, tembok atau pohon yang basah, bahkan yang hidup di air. Padahal tidak semuanya benar. Kalau kita cermati, mereka semua masih berupa talus jadi belum memiliki kormus yang jelas.

Semua lumut merupakan tumbuhan autotrop fotosintetik, tak berpembuluh, tetapi sudah memiliki batang dan daun yang jelas dapat diamati meskipun akarnya masih berupa rizoid. Maka lumut dianggap sebagai peralihan antara tumbuhan thallus ke tumbuhan berkormus, karena memiliki ciri thallus berupa rizoid dan kormus yang telah menampakkan adanya bagian batang dan daun. Bryophyta tidak memiliki jaringan yang diperkuat oleh lignin, oleh karenanya memiliki profil yang rendah, tingginya hanya 1-2 cm dan yang paling besar tingginya tidak lebih dari 20 cm. Untuk mempelajari struktur tubuh lumut lakukanlah aktivitas berikut ini!

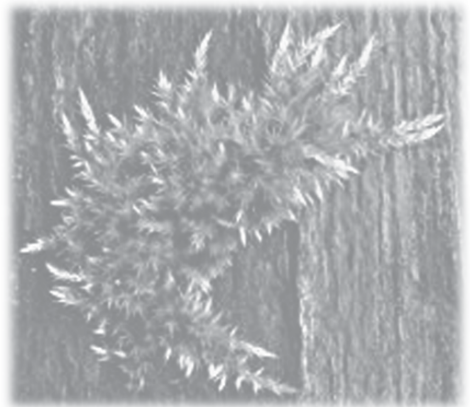
Tujuan: mengamati susunan tubuh tumbuhan lumut.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 5 orang.

1. Carilah tumbuhan yang tumbuh seperti beludru yang menempel pada tumpukan batu bata basah atau di pematang. Ambil dan tempatkan pada plastik, usahakan tetap dalam keadaan basah ketika membawanya ke laboratorium.
2. Lakukanlah pengamatan dengan lup atau mikroskop!
3. Gambarlah dan sebutkan bagian-bagian tubuhnya!
4. Gunakan berbagai sumber untuk mendeskripsikan lumut yang kamu amati tentang struktur tubuhnya, sifat-sifatnya dan tempat hidupnya.

Lumut dapat dengan mudah dijumpai di tempat yang lembap atau basah, seperti menempel pada pohon dan di permukaan batu bata. Di kutub, lumut merupakan penyusun ekosistem tundra (padang lumut). Lumut yang hidup di permukaan batu bata berbentuk seperti beludru yang berwarna hijau. Ada juga yang berupa lembaran menempel pada tebing atau dinding sumur. Lumut yang hidup di pohon, tubuhnya menjulur panjang, menggantung. Lumut kering yang dijual sebagai media tanaman disebut moss.

Lumut mengalami pergiliran keturunan (metagenesis). Dalam daur hidupnya, lumut mengalami dua fase kehidupan, yaitu fase gametofit (haploid) dan fase sporofit (diploid). Alat perkembangbiakan jantan berupa antheridium dan alat perkembangbiakan betina berupa archegonium.

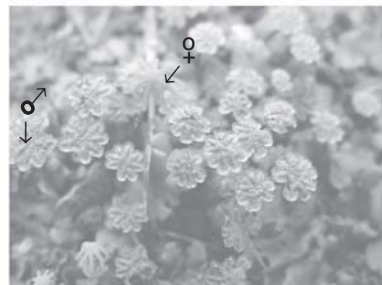


■ Gambar 7.2
Lumut

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Tujuan: mendeskripsikan perbedaan alat perkembangbiakan tumbuhan lumut.

1. Cermati gambar alat perkembangbiakan lumut hati berikut ini! Kemudian buatlah tabel perbedaan antara antheridium dan archegonium!
2. Gunakan literatur yang sesuai untuk bahan penunjang!



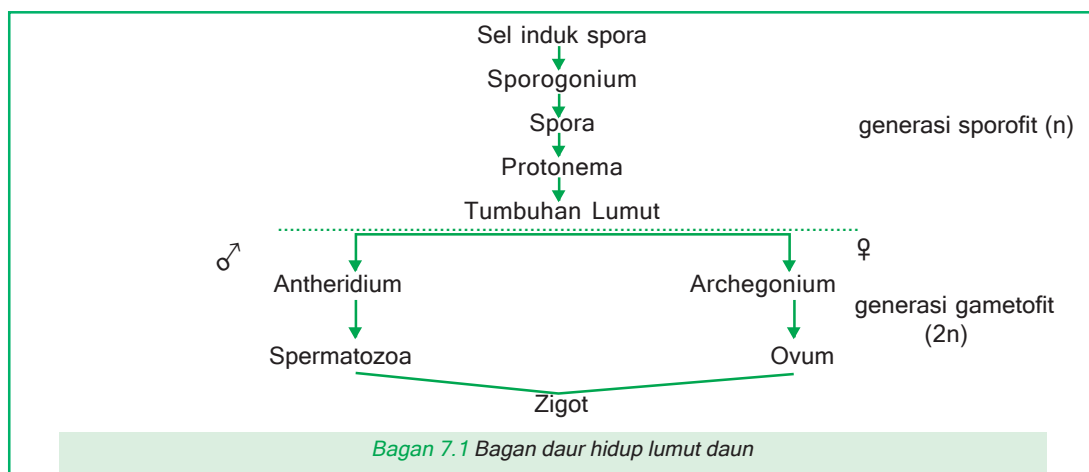
■ Gambar 7.3
Alat perkembangbiakan lumut hati

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Tujuan: mendeskripsikan daur hidup tumbuhan lumut.

Perhatikan gambar dan bagan daur hidup lumut daun pada bagan 7.1! Gunakan berbagai buku dan sumber bacaan lain yang sesuai untuk mendeskripsikannya!

Dalam daur hidup lumut, misalnya lumut daun, generasi gametofit (haploid) merupakan generasi yang dominan. Generasi sporofitnya lebih kecil dan hidup lebih pendek. Generasi sporofit (diploid) menghasilkan spora haploid melalui pembelahan meiosis dalam suatu struktur yang disebut sporangium. Spora yang kecil, apabila menyebar dan menemukan tempat yang sesuai akan berkembang menjadi tumbuhan gametofit yang baru.



2. Penggolongan dan peranan lumut

Lumut yang hidup di berbagai tempat di bumi dapat digolongkan atas:

a. Lumut daun

Lumut ini dapat dengan mudah ditemukan di tempat yang basah atau lembap, menempel pada permukaan batu bata, tembok dan tempat-tempat terbuka. Tubuhnya berukuran kecil, berbatang semu tegak dan lembaran daunnya tersusun spiral. Pada pangkal batang terdapat rizoid yang bercabang dan bersepta berfungsi sebagai akar. Letak antheridium dan archegonium terpisah. Sekalipun lumut daun berukuran kecil, tetapi dampak kolektifnya pada bumi sangat besar. Misalnya, lumut gambut (*Sphagnum sp.*) menutup paling tidak 30% permukaan daratan di bumi, dengan kepadatan tertinggi terdapat di kutub utara. Timbunan gambut pada lapisan tanah gambut yang

Ingatlah

Lumut merupakan organisme multi seluler eukariotik yang menunjukkan peralihan ciri thalus ke kormus yang telah beradaptasi dengan kehidupan darat, sehingga dimasukkan ke dalam Kingdom Plantae.

tebal dapat mengikat senyawa karbon organik. Mekanisme ini sangat penting untuk menstabilkan konsentrasi karbondioksida di atmosfer bumi, sehingga mengurangi dampak efek rumah kaca. Contoh golongan lumut daun adalah *Polytrichum sp.* yang berbentuk seperti beludru dan sering ditemukan menempel pada permukaan batu bata basah.

b. Lumut hati

Lumut hati berbentuk lembaran (talus), rizoidnya tidak bercabang terdapat di bawah tangkai atau lembarannya. Letak antheridium dan archegonium terpisah. Cermati gambar 7.5 dan 7.6.

Pada umumnya lumut hati mudah ditemukan pada tebing-tebing yang basah. Contoh lumut ini antara lain *Ricciocarpus sp.* dan *Marchantia sp.*

1) *Ricciocarpus sp.*

Hidup terapung di atas air, tubuh berupa lembaran. Daur hidupnya terdapat dalam generasi sporofit yang menghasilkan spora dan generasi gametofit yang menghasilkan gamet.

2) *Marchantia polymorpha*

Tubuh berbentuk lembaran (thalus), tumbuh menempel di atas permukaan tanah, batu, pohon atau tebing yang basah. Di bagian bawah terdapat rizoid yang digunakan untuk menempel dan mengisap air dan mineral, tidak berbatang dan berdaun. Reproduksi vegetatif dengan membentuk gemma atau kuncup. Sementara itu, reproduksi generatif dengan membentuk gamet. Organ pembentuk gamet jantan (antheridium) dan organ pembentuk gamet betina (archegonium) terpisah pada lembaran berbeda.

Lumut ini dapat digunakan sebagai obat hepatitis (radang hati).

c. Lumut tanduk

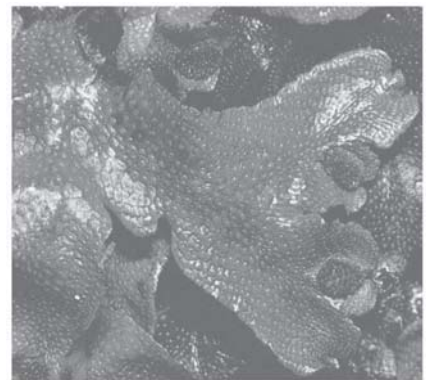
Lumut tanduk sering dijumpai hidup di tepi danau, sungai atau di sepanjang selokan. Lumut ini juga mengalami pergiliran keturunan



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 7.4

Lumut daun *Polytrichum sp.*



■ Gambar 7.5

Ricciocarpus sp.

Sumber: Ensiklopedi Ilmu Pengetahuan Populer



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 7.6

Marchantia polymorpha

antara generasi sporofit dan generasi gametofit. Generasi sporofitnya membentuk kapsul memanjang yang tumbuh seperti tanduk. Contohnya *Anthoceros sp.*

C.

Tumbuhan Paku (Pakis)

Info Biologi

Paku adalah tumbuhan darat tertua yang ada sejak zaman Devon dan Karbon. Artinya telah hidup sejak 300 - 350 juta tahun yang lalu. Fosil paku merupakan sumber batu bara di bumi. Tumbuhan paku umum dijumpai di tempat lembab, menempel pada tumbuhan lain, dan saprofit bahkan hidup di air.

Tumbuhan paku atau dikenal juga dengan nama pakis, beberapa di antaranya dijadikan sebagai tanaman hias. Bahkan ada penggemar tanaman yang mengoleksi tumbuhan paku beraneka jenis yang diperoleh dari tempat yang berbeda-beda. Dapatkah kamu menyebutkan contoh tumbuhan paku yang ditanam sebagai tanaman hias? Bagaimanakah cara perawatannya? Samakah syarat-syarat hidupnya dengan tanaman hias yang lain?

1 Struktur tubuh dan habitat tumbuhan paku

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan berpembuluh yang tidak berbiji, memiliki susunan tubuh khas yang membedakannya dengan tumbuhan yang lain. Untuk memahami struktur tubuh tumbuhan paku lakukanlah aktivitas di bawah ini!

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengamati struktur morfologi tubuh tumbuhan paku.

Buatlah kelompok maksimal terdiri dari 5 orang.

1. Carilah tumbuhan semanggi di tepi sungai atau pematang, cari pula tanaman suplir, atau tumbuhan paku lain yang mudah di dapat di sekitar tempat tinggal kamu! Ambillah yang bagian tubuhnya lengkap, pilih yang daunnya berspora (di permukaan bawah daun tampak bintik-bintik hitam berderet di pinggir daun).
2. Lakukanlah pengamatan dengan lup atau mikroskop!
3. Gambarlah dan sebutkan bagian-bagian tubuhnya!
4. Gunakan berbagai sumber untuk mendeskripsikan tumbuhan paku yang kamu amati tentang struktur tubuhnya, fungsi bagian tubuhnya, sifat-sifat dan tempat hidupnya.

Dari hasil pengamatan di atas, dapatkah kamu menjelaskan susunan morfologi tumbuhan paku? Coba bandingkan dengan gambar 7.7!

Apakah kamu dapat mengamati dengan jelas batang suplir? Batang suplir berupa rizom yang bercabang dan beruas pendek. Pada

rizom terdapat akar, seperti rambut yang merupakan akar serabut. Ada pula tumbuhan paku yang batangnya mirip batang palem, misalnya paku pohon (*Cyathea*). Paku pohon ini masih banyak dijumpai di daerah dataran tinggi yang berhawa dingin seperti di kaki Gunung Ungaran di Kabupaten Semarang dan pedalaman Gunungpati di Kota Semarang. Ada pula tumbuhan paku yang tubuhnya seperti kawat (paku kawat, *Lycopodium*). Cermati gambar tumbuhan paku pada gambar 7.8! Adakah tangkai daunnya? Bagaimanakah bentuk helaian daunnya? Bagaimanakah bentuk tulang daunnya? Bagaimanakah keadaan daunnya ketika masih muda? Coba kamu jelaskan!

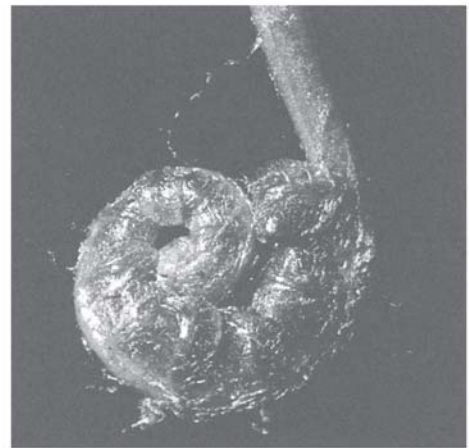
Ada daun paku yang berukuran kecil (mikrofil) dan ada pula yang berukuran besar (makrofil). Ada daun tumbuhan paku yang khusus menghasilkan spora, daun ini disebut sporofil dan ada daun yang tidak menghasilkan spora, disebut tropofil. Akan tetapi, tidak semua tumbuhan paku memiliki tipe daun yang berfungsi khusus. Misalnya pada suplir, semua daun dapat menghasilkan spora.

Akar, batang dan daun tumbuhan paku memiliki berkas pengangkut xilem dan floem. Masih ingatkah kamu fungsi keduanya? Coba lakukan aktivitas di bawah ini!



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 7.7**
Tumbuhan paku



Sumber: Ensiklopedi Ilmu
Pengetahuan Populer, Glolier, 1994

■ **Gambar 7.8**
Daun paku muda

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengamati berkas pembuluh tumbuhan paku.

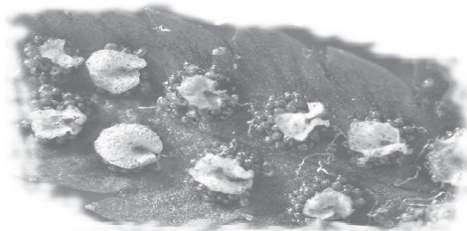
Carilah tumbuhan paku darat, buatlah sayatan tipis pada batangnya yang masih muda! Amati di bawah mikroskop! Kemudian gambarlah! Dapatkah kamu menemukan berkas pembuluhnya? Bagaimanakah tipe berkas pembuluhnya? Disebut apakah berkas pembuluh yang seperti itu?

2. Daur hidup tumbuhan paku

Tumbuhan paku memiliki kotak spora atau sporangium. Pada sporangium dihasilkan spora. Banyak sporangium terkumpul dalam satu wadah yang disebut sorus, yang dilindungi oleh suatu selaput indusium.

Tujuan: mengamati sorus tumbuhan paku.

Coba kamu cari daun tumbuhan paku yang berspora! Lakukan pengamatan di bawah mikroskop! Cari dan gambarkan sorus, sporangium dan spora! Dapatkah indusium terlihat pada pengamatan di bawah mikroskop? Mulailah dengan perbesaran lemah (10×10) dulu sebelum dilakukan pada perbesaran kuat (40×10).



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 7.9
Daun paku
berspora

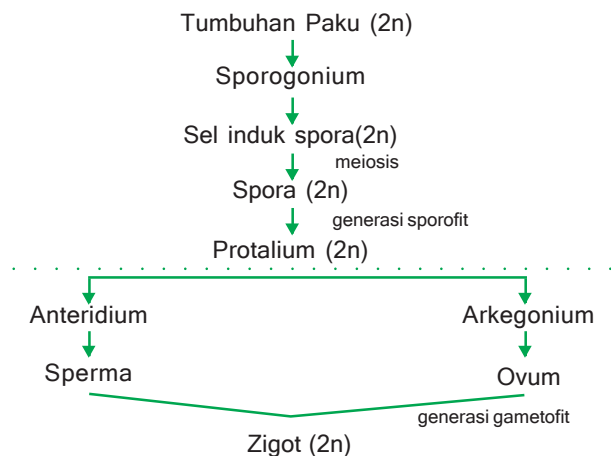
Fase pembentukan spora dalam daur hidup tumbuhan paku disebut generasi sporofit dan fase pembentukan gamet disebut generasi gametofit. Tumbuhan paku mengalami pergiliran keturunan (metagenesis) dengan dua generasi, yaitu generasi sporofit dan generasi gametofit.

Berdasarkan jenis spora, tumbuhan paku dibedakan menjadi tumbuhan paku homospora, heterospora dan peralihan homospora-heterospora. Tumbuhan paku homospora menghasilkan spora dengan ukuran sama yang tidak dapat dibedakan antara spora jantan dan betina, misalnya *Lycopodium sp.* (paku kawat). Tumbuhan paku heterospora menghasilkan spora berbeda ukuran. Spora jantan berukuran kecil disebut mikrospora dan spora betina besar disebut makrospora, misalnya *Selaginella sp.* (paku rane), *Marsilea sp.* (semanggi). Tumbuhan paku peralihan menghasilkan spora jantan dan betina yang sama ukurannya, misalnya *Equisetum debile* (paku ekor kuda).

Perhatikan bagan daur hidup paku homospora di bawah ini!

Info Biologi

Generasi gametofit pada tumbuhan paku umurnya pendek sedangkan generasi sporofitnya berumur panjang.



Bagan 7.2 Diagram metagenesis tumbuhan paku homospora

Tujuan: mendeskripsikan dan menyusun diagram daur hidup tumbuhan paku.

Diskusikan dengan teman sebangku kamu diagram metagenesis di atas! Kemudian deksripsikan metagenesis tumbuhan paku homospora pada generasi sporofit dan generasi gametofit! Buatlah bagan metagenesis tumbuhan paku heterospora dan peralihan beserta deskripsinya!

3. Penggolongan dan peranan tumbuhan paku

Dengan klasifikasi sistem 5 kingdom, tumbuhan paku dibedakan atas 3 divisio, yaitu Lycophyta, Sphenophyta, Pterophyta.

a. *Lycophyta* (Paku kawat)

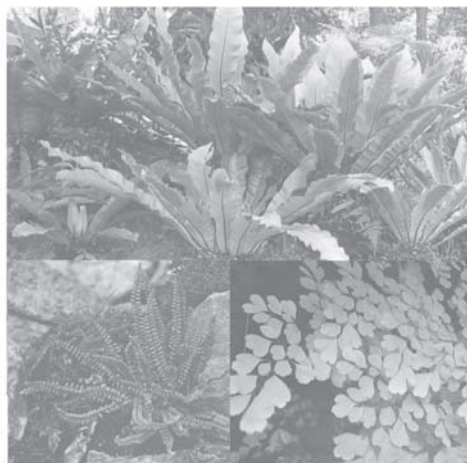
Tumbuhan paku ini berdaun kecil, tersusun spiral, sporangium terkumpul dalam strobilus dan muncul di ketiak daun, batang seperti kawat. Contoh: *Lycopodium sp.* (paku tanduk rusa), ditanam sebagai tanaman hias. *Lycopodium clavatum*, digunakan sebagai bahan obat-obatan.

b. *Sphenophyta* (Paku ekor kuda)

Berdaun kecil, tunggal dan tersusun melingkar. Sporangium tersusun dalam strobilus. Contoh: *Equisetum debile* (paku ekor kuda), tumbuh di dataran tinggi, batang berongga, berbuku-buku, dan tumbuh tegak. Daun kecil (mikrofil), terdapat pada setiap buku, melingkar, berbentuk sisik

c. *Pterophyta* (Paku sejati)

Pterophyta merupakan tumbuhan paku yang banyak dijumpai disekitar kita, umumnya disebut pakis. Tumbuhan paku ini berdaun besar, daun muda menggulung, sporangium terdapat pada sporofil. Contoh: *Alsophilla glauca* (paku tiang), banyak ditemukan di daerah pegunungan berhawa dingin, batangnya hitam digunakan untuk menanam anggrek. *Adiantum cuneatum* (suplir) dan *Asplenium nidus* (paku sarang burung), ditanam sebagai tanaman hias. *Marsilea crenata* (semanggi), hidup di rawa atau tanah berair, digunakan untuk sayur.



■ Gambar 7.10
Berbagai tumbuhan paku

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Ingatlah

Pteridophyta merupakan plantae sejati, karena sudah memiliki pembuluh, dan kormus secara lengkap. Berdasarkan cara perkembangbiakannya tumbuhan paku merupakan kormofita berspora. Alat perkembangbiakannya atau gametnya sulit diamati sehingga disebut Cryptogamae.

D.

Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Ingatlah

Spermatophyta merupakan anggota plantae sejati dan menghasilkan biji untuk berkembang-biakannya (kormofita berbiji) sedang alat berkembang-biakannya tampak jelas dapat diamati sehingga disebut sebagai Phanerogamae.

Tumbuhan berbiji meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji. Tumbuhan ini memiliki arti penting bagi organisme lain di bumi. Bahan makanan manusia dan hewan banyak yang berasal dari tumbuhan berbiji. Dapatkah kamu menyebutkan biji-bijian yang menjadi makanan hewan dan manusia? Untuk dapat mengenali keanekaragamannya kita harus mempelajari berbagai ciri, daur hidup dan habitatnya.

Semua tumbuhan berbiji adalah heterospora, yang berarti memiliki dua jenis sporangia berbeda. Megasporangia menghasilkan megaspora yang akan menjadi gametofit betina, dan mikrosporangia menghasilkan mikrospora yang akan menjadi gametofit jantan. Megaspora terbentuk dalam megasporangium yang dilindungi oleh integumen, yang secara keseluruhan struktur tersebut disebut ovulum atau bakal biji. Perkembangan megaspora inilah yang akan membentuk sel telur (ovum), jika ovum dibuahi oleh sel sperma maka akan tumbuh menjadi zigot. Zigot berkembang menjadi embrio sporofit. Keseluruhan bakal biji akhirnya berkembang membentuk biji.

Dalam sistem klasifikasi 5 kingdom, tumbuhan berbiji digolongkan menjadi dua golongan, yaitu tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae) dan tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae). Dalam buku ini, pembahasan tumbuhan berbiji dimaksudkan untuk mengenalkan keanekaragamannya. Dengan demikian, tidak membahas ciri morfologis dan fungsi fisiologisnya secara mendalam.

1. Tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae)

a. Ciri-ciri umum

Pernahkan kamu mengamati tumbuhan melinjo, pakis haji dan pinus? Dapatkah kamu menjelaskan perbedaan cirinya dengan tumbuhan berbiji lain? Salah satu ciri khas yang membedakan Gymnospermae dengan tumbuhan berbiji lain adalah struktur bijinya! Cobalah lakukan aktivitas berikut ini untuk mempelajari struktur biji Gymnospermae!

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengamati strobilus Gymnospermae.

Carilah organ reproduksi tumbuhan pakis haji (strobilus jantan dan betina), biji melinjo, dan strobilus jantan dan betina dari tanaman pinus. Amati dengan menggunakan lup! Gambarkan, kemudian deskripsikan perbedaan struktur organ reproduksi ketiganya!

Tumbuhan berbiji terbuka dapat berupa perdu atau pohon. Semua tumbuhan berbiji terbuka memiliki jaringan pembuluh xilem dan floem. Tumbuhan berbiji terbuka, tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji tertutup merupakan kelompok tumbuhan Tracheophyta, yaitu kelompok tumbuhan yang memiliki jaringan pembuluh xilem dan floem. Yang membedakan tumbuhan ini dengan tumbuhan berbiji terbuka adalah bakal bijinya terdapat di luar permukaan megasporofilnya atau analoginya disebut sisik pendukung bakal biji, yang berkelompok menjadi strobilus berkayu dan disebut runjung, kecuali pada tanaman pakis haji (*Cycas rumphii*).

b. Penggolongan dan peranannya

Tumbuhan berbiji terbuka yang hingga kini masih dapat ditemukan adalah divisi Coniferophyta (konifer), Cycadophyta (Sikas), Ginkgophyta (ginkgo), Gnetophyta (melinjo).

1) Coniferophyta (konifer)

Divisio ini banyak anggotanya yang masih dapat dijumpai hingga sekarang. Ingatkah kamu tumbuhan apakah yang terdapat pada hutan di daerah beriklim dingin di kutub utara? Atau hutan pada pegunungan di daerah tropis?

Pada umumnya konifer tidak mengalami gugur daun, daunnya berbentuk jarum, hidup sebagai perdu atau pohon, memiliki strobilus berbentuk kerucut. Ada dua macam strobilus, strobilus biji atau strobilus betina dan strobilus serbuk sari atau strobilus jantan. Contoh: Pinus, Cupressus, Araucaria, Agathis, Sequoia, Juniperus, Taxus.

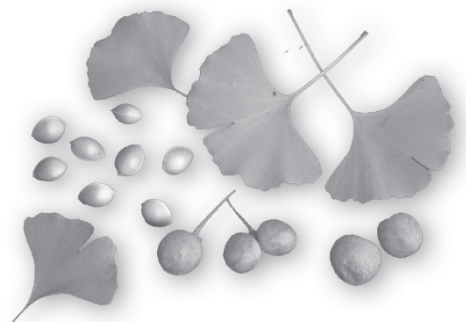


Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 7.11
Runjung pinus

2) Cycadophyta (Sikas)

Golongan sikas ditemukan di daerah tropis hingga sub-tropis. Ciri yang khas untuk tumbuhan ini adalah batang yang tidak bercabang, daun majemuk, seperti kulit, tersusun sebagai tajuk di puncak batang yang memanjang. Seluruh anggotanya berumah dua. Contoh: *Cycas rumphii* (pakis haji), ditanam sebagai tanaman hias.



Sumber: rz.uni-karlsruhe.de

■ Gambar 7.12
Gynko biloba

3) Ginkgophyta (Ginko)

Anggota divisio ini yang masih ada adalah *Ginkgo biloba* (Ginko). Ginkgo merupakan pohon besar, dapat mencapai

ketinggian lebih dari 30 meter. Daun lebar berbentuk seperti kipas, dengan belahan yang berlekuk dalam. Tulang daun berbentuk menggarpu. Ginkgo merupakan tumbuhan Gymnospermae yang meranggas, berumah dua, biji keras berwarna kekuningan, berukuran sebesar kelereng, berbau tidak enak. Ginkgo digunakan sebagai bahan obat-obatan dan kosmetik.

4) Gnetophyta

Divisio ini memiliki strobilus jantan yang tersusun majemuk, daun berhadapan atau melingkar, seluruh pembuluh terdapat pada kayu sekunder dan tidak terdapat saluran resin. Contoh: *Gnetum gnemon* (melinjo), daun muda, biji dan bunganya dapat disayur. Bijinya dibuat menjadi emping, kulit kayunya digunakan sebagai bahan pembuatan benang atau kertas.

2. Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae)

Sekarang ini Angiospermae merupakan tumbuhan yang dominan, beraneka ragam, dan menempati daerah persebaran yang paling luas di permukaan bumi. Diperkirakan hingga sekarang terdapat sekitar 250.000 spesies Angiospermae.



Sumber: Majalah trubus edisi mei 2005

■ Gambar 7.13
Tanaman Angiospermae (leci)

a. Ciri-ciri umum

Angiospermae memiliki bakal biji atau biji berada di dalam struktur yang tertutup yang disebut daun buah (carpels). Daun buah dikelilingi oleh alat khusus yang membentuk struktur pembiakan majemuk yang disebut bunga. Pada umumnya tumbuhan berupa pohon, perdu, semak, liana, atau herba. Di antara Angiospermae ada yang hidup tahunan ada yang semusim, berumah satu atau berumah dua.

b. Penggolongan dan peranannya

Semua Angiospermae digolongkan dalam divisio tunggal, yaitu Anthophyta. Divisio ini terdiri atas dua kelas yaitu Monocotyledonae (monokotil) dan Dicotyledonae (dikotil). Ingatkah kamu berbagai ciri yang membedakan keduanya?

Aktivitas Sains

Tugas kajian pustaka

Tujuan: melakukan kajian pustaka perbedaan dikotil dan monokotil.

Buatlah kelompok maksimal terdiri dari 5 orang.

Kunjungilah perpustakaan sekolah, coba cari berbagai buku sumber yang menjelaskan secara terperinci perbedaan antara tumbuhan Monocotyledon (monokotil) dan Dicotyledon (dikotil)! Kemudian buatlah tabel perbedaan antara kedua tumbuhan tersebut!

1) Monocotyledonae (Monokotil)

Mencakup semua tumbuhan berbunga yang memiliki kotiledon tunggal (berkeping biji tunggal), batang bagian atas tidak bercabang. Umumnya berdaun tunggal, kecuali pada golongan palma (kelapa, palem) dengan tulang daun melengkung atau sejajar. Jaringan xilem dan floem pada batang dan akar tersusun tersebar dan tidak berkambium. Bunga memiliki bagian-bagian dengan kelipatan 3, bentuk tidak beraturan dan berwarna tidak menyolok.

Beberapa contoh yang penting misalnya;

- a) *Famili Liliaceae*. Contohnya adalah *Lilium longiflorum* (lilia gereja), *Gloriosa superba* (kembang sunsang).
- b) *Famili Amaryllidaceae*. Contohnya adalah *Agave cantala* (kantala), *Agave sisalana* (sisal).
- c) *Famili Poaceae*. Contohnya adalah *Oryza sativa* (padi), *Zea mays* (jagung), *Andropogon sorghum* (cantel), *Panicum miliaceum* (jewawut).
- d) *Famili Zingiberaceae*. Contohnya adalah *Zingiber officinale* (jahe), *Curcuma domestica* (kunyit), *Alphinia galanga* (laos), *Kaempferia galanga* (kencur).
- e) *Famili Musaceae*. Contohnya adalah *Musa paradisiaca* (pisang), *Musa textilis* (manila henep).
- f) *Famili Orchidaceae*. Contohnya adalah *Phalaenopsis amabilis* (anggrek bulan), *Dendrobium phalaenopsis* (larat).
- g) *Famili Arecaceae*. Contohnya adalah *Cocos nucifera* (kelapa), *Arenga pinata* (aren), *Areca catechu* (pinang), *Elais quineensis* (kelapa sawit).
- h) *Famili Areceae*. Contohnya adalah *Colocasia esculenta* (talas), *Xanthosoma violaceum* (bentul), *Alocasia macrorrhiza* (sente).

Apakah kamu mengenali tumbuhan di bawah? Coba sebutkan nama-namanya!

2) Dicotyledonae (Dikotil)

Mencakup semua tumbuhan berbunga yang memiliki 2 kotiledon (berkeping biji dua). Daun dengan pertulangan menjari atau menyirip.

Info Biologi

Tipe buah

angiospermae, yaitu:

- a. Buah berdaging, yaitu suatu bangun berdaging yang mengelilingi biji.
- b. Buah kering, yaitu suatu kulit keras yang melindungi biji.



tebu



padi



bambu



gandum

Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 7.14**
Berbagai tumbuhan monokotil, yaitu bambu, padi, tebu dan gandum

Batangnya berkambium, oleh karena itu mengalami pertumbuhan sekunder. Pembuluh xilem dan floem tersusun melingkar (konsentris). Akar berupa akar tunggang ujung akar lembaga tidak dilindungi selaput pelindung. Jumlah bagian-bagian bunga berkelipatan 4 atau 5. Benarkah demikian jumlah bagian-bagian bunga Angiospermae? Bagaimana susunan bunganya? Untuk mempelajarinya lakukanlah aktivitas di bawah ini!

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengamati bagian-bagian bunga angiospermae.

1. Carilah berbagai bunga angiospermae, minimal 6 (enam) jenis. Hitung jumlah bagian-bagian bunganya! Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut ini!

Jenis bunga	sepal	petal	stamen	karpel

2. Belah bunga sepatu secara membujur! Amati dengan menggunakan lup! Gambarlah, kemudian sebutkan bagian-bagiannya dan jelaskan fungsinya masing-masing!

Perhatikan gambar berbagai tumbuhan dikotil di bawah ini!



nangka



cabai



belimbing

■ Gambar 7.15

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Gambar berbagai tumbuhan dikotil, yaitu nangka, cabai dan belimbing

Apakah kamu mengenali tumbuhan tersebut? Coba sebutkan nama-namanya!

Beberapa contoh yang penting antara lain:

- a) Euphorbiaceae (tumbuhan jarak-jarak), contohnya *Euphorbia tirucalli* (patah tulang), *Manihot utilisima* (ubi kayu), *Hevea brassiliensis* (karet, para).
- b) Moraceae. Contohnya adalah *Ficus benjamina* (beringin), *Artocarpus communis* (keluwih).

- c) Papilionaceae. Contohnya adalah *Vigna cinesis* (kacang panjang), *Phaseolus radiatus* (kacang hijau), *Arachis hypogea* (kacang tanah), *Clitoria ternatea* (kembang telang).
- d) Caesalpiniaceae. Contohnya adalah *Caesalpinia pulcherima* (kembang merak), *Tamarindus indica* (asam).
- e) Mimosaceae. Contohnya adalah *Mimosa pudica* (sikejut), *Leucaena glauca* (lamtoro), dan *Parkia speciosa* (petai).
- f) Malvaceae. Contohnya adalah *Gossypium sp.* (kapas), *Hibiscus tiliaceus* (waru).
- g) Bombacaceae. Contohnya adalah *Durio zibethinus* (durian), *Ceiba pentandra* (kapok).
- h) Rutaceae. Contohnya adalah *Citrus nobilis* (jeruk keprok), *Citrus aurantifolia* (jeruk nipis).
- i) Myrtaceae. Contohnya adalah *Eugenia aromatica* (cengkeh), *Melaleuca leucodendron* (kayu putih), dan *Psidium guajava* (jambu biji).
- j) Verbenaceae. Contohnya adalah *Tectona grandis* (jati), *Lantana camara* (lantana).
- k) Labiatae. Contohnya adalah *Coleus tuberosus* (kentang hitam).
- l) Convolvulaceae. Contohnya adalah *Ipomoea batatas* (ketela rambat), *Ipomoea reptans* (kangkung).
- m) Apocynaceae. Contohnya adalah *Plumeria acuminata* (kemboja), *Alamanda cathartica* (alamanda).
- n) Rubiaceae. Contohnya adalah *Cinchona suecicubra* (kina), *Coffea arabica* (kopi arabica), *Coffea canephora* (kopi robusta), *Morinda citrifolia* (mengkudu).

Info Biologi

Tumbuhan darat diduga berevolusi dari tumbuhan air Chlorophyta sp. dilihat dari adaptasi struktur morfologinya, karena keduanya memiliki persamaan. Ganggang hijau (Chlorophyta sp.) memiliki pigmen dominan berupa klorofil a, b dan karoten, lalu selnya memiliki dinding selulosa, bentuk kloroplas yang sama, dan cadangan makanan berupa amilum.

Aktivitas Sains

Tugas portofolio

Tujuan: membuat karya tulis tentang manfaat tumbuhan khas Indonesia.

1. Tulislah satu artikel yang mendeskripsikan manfaat berbagai tumbuhan berbiji.
2. Ambillah satu tema yang khas berkaitan dengan manfaat satu tumbuhan saja. Misalnya, pemanfaatan Ginkgo biloba dalam Industri Kosmetik.
3. Carilah berbagai artikel yang mendukung tulisan kamu dari koran, majalah, tabloid atau media massa yang lain, kemudian susunlah bahan-bahan itu sebagai lampiran tulisan kamu! Untuk tugas ini kamu diberi waktu maksimal 2(dua) minggu.

Rangkuman

1. Tumbuhan adalah organisme multiseluler, autotrop fotosintetik, yang dinding selnya tersusun atas senyawa selulosa serta menyimpan kelebihan karbohidratnya dalam bentuk amilum.
2. Tumbuhan tingkat tinggi berupa kormus, yaitu memiliki akar, batang, daun sejati.
3. Tumbuhan tingkat rendah meliputi lumut daun (Bryophyta), lumut hati (Hepatophyta) dan lumut tanduk (Anthocerophyta). Tumbuhan ini masih berupa talus dan belum memiliki kormus yang jelas.
4. Lumut merupakan tumbuhan autotrof fotosintetik, tak berpembuluh namun memiliki batang dan daun yang jelas diamati meskipun akar masih berupa rizoid. Lumut disebut juga tumbuhan transisi.
5. Tumbuhan paku adalah tumbuhan berpembuluh tak berbiji yang memiliki susunan tubuh khas yang membedakannya dengan tumbuhan lain.
6. Tumbuhan berbiji meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji.
7. Tumbuhan berbiji (Spermatophyta) digolongkan menjadi dua golongan besar, yaitu angiosperma dan gymnosperma. Dan tumbuhan angiosperma dibagi menjadi monokotil dan dikotil.

Pelatihan

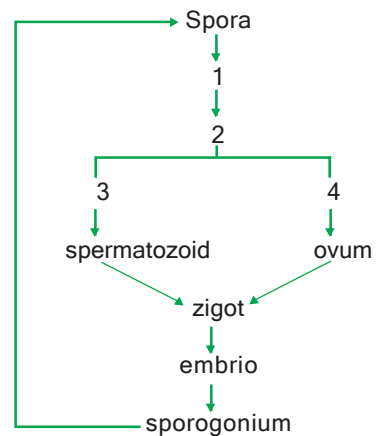
Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Dalam kegiatan identifikasi tumbuhan, seorang siswa menemukan tumbuhan dengan ciri-ciri sebagai berikut: Melekat di permukaan tanah dengan rizoid, berukuran kecil, berbentuk pipih, berwarna hijau, tidak memiliki akar, batang dan daun sejati, berkembang biak dengan spora.
Dapat ditentukan bahwa tumbuhan tersebut termasuk golongan
 - a. ganggang
 - b. jamur
 - c. lumut
 - d. tumbuhan paku
 - e. Lichenes.
2. Tumbuhan lumut yang dapat digunakan sebagai pengganti kapas adalah
 - a. Spaghnum
 - b. *Azolla pinnata*
 - c. Selaginella
 - d. *Marchantia polymorpha*
 - e. *Adiantum cuneatum*.

3. Skema pergiliran keturunan tumbuhan lumut:
Secara berurutan no.1,2,3,4 pada diagram disamping adalah

- protonema, tumbuhan lumut, arkegonium, anteridium.
- protonema, tumbuhan lumut, anteridium, arkegonium.
- protonema, anteridium, arkegonium, tumbuhan lumut.
- anteridium, arkegonium, tumbuhan lumut, protonema.
- tumbuhan lumut, anteridium, arkegonium, protonema.



4. Beberapa ciri tumbuhan, yaitu:

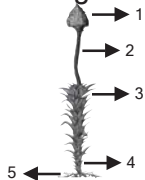
- berklorofil
- bentuk daun muda menggulung
- akar serabut

- reproduksi vegetatif dengan spora
- memiliki pembuluh angkut

Faktor yang membedakan tumbuhan lumut dengan tumbuhan paku adalah

- 1 dan 2
- 1 dan 3
- 2 dan 4
- 2 dan 5
- 3 dan 5

5. Pada gambar lumut daun ini, bagian yang disebut gametofit adalah



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6. Yang merupakan generasi gametofit pada tumbuhan lumut adalah

- sporofit
- protonema
- sporogonium
- sporangium
- tumbuhan lumut

7. Bagian yang memiliki jumlah kromosom $2n$ (diploid) pada tumbuhan paku adalah

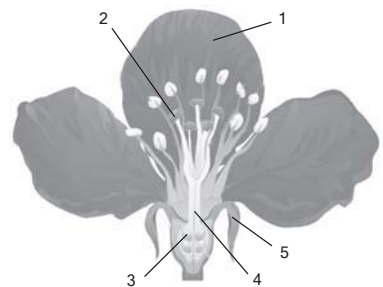
- spora
- rizoid
- protalium
- arkegonium
- tumbuhan paku.

8. Siklus hidup lumut dan tumbuhan paku memiliki kemiripan dalam hal berikut, kecuali

- keduanya menghasilkan spora
- keduanya mengalami pergiliran keturunan
- generasi gametofit keduanya menghasilkan sperma dan sel telur
- generasi gametofit keduanya merupakan fase yang paling menyolok
- sel gametofit keduanya merupakan sel dengan jumlah kromosom haploid

9. Mana dari pasangan organisme berikut ini salah satu organisme memiliki jaringan pembuluh, sedangkan organisme yang lain tidak
- lumut dan paku
 - ganggang dan fungi
 - sianobakteri dan alga
 - paku dan gymnospermae
 - gymnospermae dan angiospermae.
10. Beberapa komponen berikut ini merupakan fakta yang berkaitan dengan lumut dan tumbuhan paku:
- spora
 - pembuluh angkut
 - rizoid
 - metagenesis
 - mitosis
 - meiosis
 - amitosis
 - akar
 - batang dan daun
 - simbiosis alga dan jamur.
- Komponen yang relevan dengan sifat lumut dan tumbuhan paku adalah
- 1, 3, 4, 7
 - 1, 3, 4, 8
 - 1, 3, 4, 9
 - 2, 4, 5, 6
 - 2, 4, 5, 10
11. Manakah pernyataan yang paling tepat berkaitan dengan kecenderungan evolusi pada tanaman berbunga?
- gametofit memiliki ukuran yang semakin kecil
 - gametofit menjadi lebih mandiri terhadap sporofitnya
 - terdapat reduksi pada perkembangan jaringan pembuluh
 - sporofit telah mengalami banyak reduksi dalam ukuran
 - gametofit dan sporofit mengalami reduksi dalam ukuran
12. Berdasarkan pernyataan di bawah ini manakah yang *bukan* merupakan karakteristik pada semua tumbuhan berbunga?
- fertilisasi ganda
 - adanya scutellum
 - embrio tumbuhan dilindungi oleh cangkang biji
 - perkembangan endospora
 - membentuk endosperm
13. Tumbuhan paku dalam kondisi saat ini tidak sesukses gymnospermae dan angiospermae, hal ini disebabkan oleh
- tidak menghasilkan biji
 - tidak memiliki sistem pembuluh
 - spora tumbuh pada semua kondisi
 - tidak memiliki sperma yang dapat bergerak
 - tidak dapat merespon dengan baik tantangan faktor lingkungan
14. Pada angiospermae gametofit jantan terletak pada
- ovula
 - antera
 - megaspore
 - mikrospora
 - perkecambahan serbuk sari

15. Monokotil dan dikotil memiliki persamaan dalam hal
- satu kotiledon
 - jalur-jalur (venasi) pada daun
 - lingkaran tahunan pada batang
 - xilem yang berkembang dengan baik
 - floem terletak konsentris dengan xilem
16. Tumbuhan dengan ciri - ciri sebagai berikut. Daun berbentuk jarum hidup sebagai perdu atau pohon, dan alat perkembangbiakan berupa strobilus berbentuk kerucut. Serbuk sari pada strobilus jantan dan biji pada strobilus betina. Maka tumbuhan itu dapat digolongkan ke dalam
- spermatophyta
 - coniferophyta
 - gnetophyta
 - ginkgopyta
 - cycadophyta
17. Pengamatan terhadap suatu tumbuhan menunjukkan ciri: berakar tunggal, tidak berbunga sejati, berbiji, berdaun, batang bercabang, bakal biji terdapat pada strobilus betina dan serbuk sari dalam strobilus jantan. Maka tumbuhan itu dapat digolongkan ke dalam
- alga
 - mycota
 - tallophyta
 - angiospermae
 - gymnospermae
18. Hasil pengamatan alat perkembangbiakan tumbuhan berbiji seperti gambar di samping. Dapat ditentukan bahwa alat perkembangbiakan tersebut dapat ditemukan pada
- tumbuhan lumut
 - tumbuhan paku
 - tumbuhan berbiji terbuka
 - tumbuhan berbiji tertutup
 - tumbuhan ganggang
19. Perhatikan diagram bunga di bawah ini! Bagian yang berlabel 1, 2, 3 adalah
- mahkota, tangkai putik, bakal biji
 - bakal biji, bakal buah, kotak sari
 - serbuk sari, tangkai putik, bakal buah
 - serbuk sari, kotak sari, tangkai sari
 - mahkota, kepala putik, bakal biji
20. Perbedaan pokok antara tumbuhan dikotil dan monokotil adalah dalam hal sebagai berikut, kecuali
- sistem perakarannya
 - susunan pembuluhnya
 - jenis klorofilnya
 - pertulangan daunnya
 - jumlah bagian-bagian bunganya



B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

1. Tumbuhan lumut tidak termasuk golongan tumbuhan Tracheophyta (Tumbuhan berpembuluh) ☐
2. Tumbuhan paku heterospora memiliki bentuk daun yang tidak sama, tetapi menghasilkan spora yang berukuran sama. ☐
3. Tumbuhan berbiji tertutup dikelompokkan dalam satu divisio saja, yaitu Spermatophyta. ☐
4. Tumbuhan monokotil memiliki susunan pembuluh xilem dan floem yang berselang-seling dan tersusun melingkar (tidak konsentris). ☐
5. Tumbuhan berbiji tertutup menghasilkan sel sporogonium yang berukuran sama. ☐

C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Protonema	a haploid(n)
2	Tumbuhan Paku homospora	b diploid (2n)
3	Pembuahan ganda	c angiospermae
4	Ikatan pembuluh menyebar	d gymnospermae
5	Bagian bunga kelipatan 5 (lima)	e Lycopodium
		f Selaginella
		g dikotil
		h monokotil

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan alasan yang dijadikan dasar mengelompokkan tumbuhan lumut, tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji ke dalam satu golongan dunia tumbuhan (kingdom plantae)!
2. Jelaskan perbedaan daur hidup tumbuhan lumut dan tumbuhan paku!
3. Buatlah tabel perbedaan tumbuhan berbiji terbuka dan tumbuhan berbiji tertutup!
4. Jelaskan ciri perkembangbiakan tumbuhan berbiji terbuka!
5. Buatlah tabel perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan di bawah ini!

Pengetahuan tentang karakteristik dunia tumbuhan tidak berkaitan langsung dengan kebutuhan manusia. Yang penting dipelajari dari dunia tumbuhan adalah upaya pemanfaannya untuk memenuhi kebutuhan manusia!

Mengenal Dunia Hewan (Animalia)

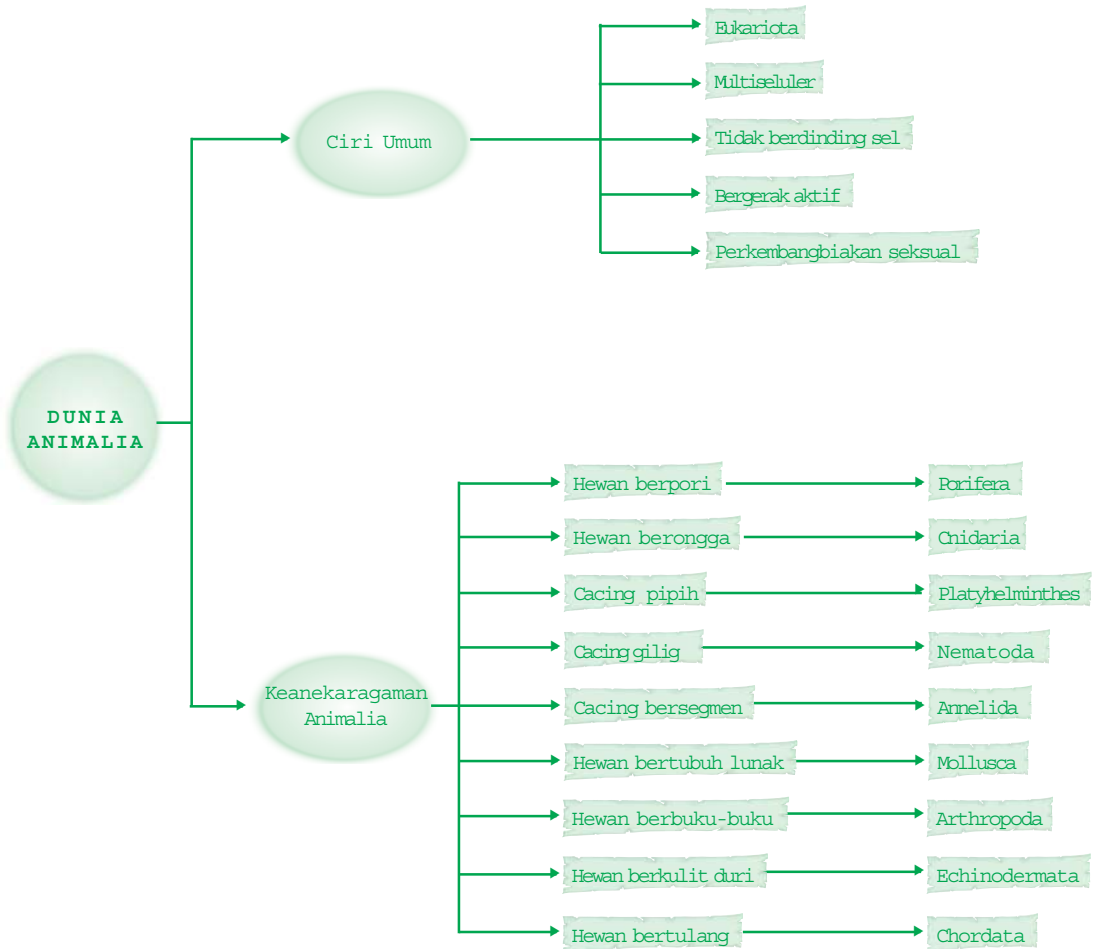
Hewan sangat penting artinya bagi kehidupan manusia karena hewan menyediakan kebutuhan protein bagi manusia. Hewan pun berperan sebagai salah satu komponen penting penyusun ekosistem.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat mengenal lebih dekat tentang dunia hewan dengan mendeskripsikan ciri-ciri utamanya sehingga dapat mengetahui peranannya bagi kehidupan di muka bumi.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- animalia, ciri umum animalia, keanekaragaman animalia, struktur tubuh manusia

Pernahkah kamu berpikir hewan apa sajakah yang menghuni bumi kita ini? Berapa macam jenisnya? Bagaimana membedakan jenis yang satu dengan jenis yang lain? Berbagai makhluk hidup telah diciptakan oleh Dzat Yang Maha Pencipta dengan ciri-ciri khusus yang menjadi kekhasannya masing-masing. Dengan perbedaan ciri-ciri tersebut kita dapat membedakan jenis hewan yang satu dengan yang lainnya.

Akhir-akhir ini, banyak aktivitas manusia yang berkaitan erat dengan pemanfaatan hewan dalam kehidupannya. Contohnya kosmetik dari cacing yang diyakini dapat menjaga keremajaan kulit wajah, lapisan kitin udang dan kerang untuk pelangsing, suplemen kesehatan dan masih banyak lagi. Pemanfaatan produk hewani ini menunjukkan bukti bahwa penelitian dibidang peningkatan daya guna hewan semakin dirasakan agar dapat memenuhi kebutuhan akan sumber daya hayati hewani. Untuk dapat memenuhi permintaan akan kebutuhan ini, manusia perlu menumbuhkembangkan dan membudidayakan hewan-hewan yang dimaksud.

Menurutmu, bagaimana caranya agar kita dapat mengembangkan mereka tanpa harus bergantung pada kondisi alam? Dapatkah hewan-hewan yang bernilai ekonomi tersebut dikembangkan dengan metode khusus?

Dalam bab ini kamu akan mengetahui dan mengenal dunia hewan yang beraneka ragam dengan berbagai macam sifat morfologi serta fisiologinya sehingga kita dapat memberdayakan, memperoleh manfaat dan meningkatkan nilainya untuk memenuhi kebutuhan kehidupan manusia yang semakin meningkat.

A.

Ciri Umum Animalia (Dunia Hewan)

Bila kita identifikasi, umumnya hewan memiliki karakter atau menunjukkan ciri sebagai berikut.

1. Hewan merupakan organisme eukariota, multiseluler, heterotrofik. Berbeda dengan nutrisi autotrofik pada tumbuhan, hewan memasukkan bahan organik yang sudah jadi, ke dalam tubuhnya dengan cara menelan (*ingestion*) atau memakan organisme lain, atau memakan bahan organik yang terurai.
2. Sel-sel hewan tidak memiliki dinding sel yang menyokong tubuh dengan kuat, seperti pada tumbuhan atau jamur. Komponen terbesar sel-sel hewan terdiri atas protein struktural kolagen.
3. Keunikan hewan yang lain adalah adanya dua jaringan yang bertanggung jawab atas penghantaran impuls dan pergerakan,

yaitu jaringan saraf dan jaringan otot sehingga dapat bergerak secara aktif.

4. Sebagian besar hewan bereproduksi secara seksual, dengan tahapan diploid yang mendominasi siklus hidupnya.

Memang tidak mudah membuat definisi yang tepat untuk hewan. Hal ini disebabkan karena adanya banyak variasi sifat-sifat dunia hewan, selalu ada saja pengecualian dari sifat-sifat umum pada suatu kelompok hewan tertentu.

B.

Keanekaragaman Animalia

1. Penggolongan Animalia

Dalam sistem klasifikasi 5 kingdom, animalia (dunia hewan) digolongkan berdasarkan struktur tubuhnya. Ada empat ciri struktur tubuh yang menggambarkan perkembangan dunia hewan secara filogenetik, yaitu ada atau tidak adanya jaringan sejati, simetri tubuh (radial, diploblastik atau bilateral triploblastik), ada atau tidak adanya rongga tubuh (selom), dan tipe selom (selom dari kumpulan sel atau selom dari pipa saluran pencernaan). Tabel di bawah ini menggambarkan penggolongan animalia dan ciri utama susunan tubuhnya.

Tabel 8.1. Organisasi filum animalia menurut ciri-ciri utama susunan tubuhnya

Ciri utama susunan tubuh	Filum
Multiseluler tanpa jaringan sejati	Porifera
Multiseluler dengan jaringan sejati, simetri radial, diploblastik (dua lapisan nutfah, yaitu ektoderm dan endoderm)	Cnidaria Ctenophora
Multiseluler dengan jaringan sejati, simetri bilateral, triploblastik (tiga lapisan nutfah, yaitu ektoderm, mesoderm, endoderm), aselomata (tubuh padat tanpa rongga tubuh)	Platyhelminthes
Multiseluler dengan jaringan sejati, simetri bilateral, triploblastik, pseudoselom (rongga tubuh antara saluran pencernaan dan dinding tubuh tidak sepenuhnya dilapisi mesoderm)	Rotifera Nematoda

Multiseluler dengan jaringan sejati, simetri bilateral, triploblastik, pseudoselom (rongga tubuh antara saluran pencernaan dan dinding tubuh tidak sepenuhnya dilapisi mesoderm)	Nemertea Lophophorata Phoronida Mollusca Annelida Arthropoda
Multiseluler dengan jaringan sejati, simetri bilateral, triploblastik, selomata (rongga tubuh sepenuhnya dilapisi mesoderm). Pembelahan spiral dan determinan, mulut berkembang dari blastopori, rongga tubuh skizoselus (terbentuk dengan cara pembagian massa jaringan mesoderm)	Echinodermata
Multiseluler dengan jaringan sejati, simetri bilateral, triploblastik, selomata. Pembelahan radial dan indeterminant, anus berkembang dari blastopori, rongga tubuh enteroselus (terbentuk melalui pelipatan dinding arkerteron mesoderm)	Chordata

Diadaptasi dari Campbell, 2003.

Secara anatomis dan embriologis, hewan-hewan anggota dari suatu filum menunjukkan kombinasi ciri tubuh yang berbeda dengan anggota filum yang lain. Misalnya, ciri-ciri dasar susunan tubuh Arthropoda yang memiliki kaki beruas, kerangka tubuh diluar (eksoskeleton), dan tubuhnya bersegmen (beruas), contohnya kepiting, laba-laba dan serangga.

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: menggolongkan hewan.

Coba kumpulkan beberapa gambar hewan dari berbagai sumber, dapatkah kamu menggolongkan hewan-hewan tersebut ke dalam filum-filum seperti tabel 7.1 di atas dengan mengamati morfologinya (bentuk tubuh)? Mengapa demikian? Jika kamu menemukan suatu hewan dan kamu belum pernah mengenalnya, apakah yang harus kamu lakukan untuk mengetahui kedudukan filumnya?

2. Berbagai Filum pada Animalia

Hewan memiliki habitat kehidupan hampir pada semua lingkungan di bumi ini, ada yang hidup di lingkungan akuatik baik di air tawar maupun di lautan. Sebagian lagi beradaptasi pada kehidupan

di darat. Arthropoda dan vertebrata merupakan filum yang memiliki keanekaragaman spesies paling besar yang beradaptasi pada berbagai lingkungan di daratan. Lebih dari sejuta spesies hewan yang hidup dan dikenali saat ini, mungkin pada masa mendatang bila diidentifikasi akan ditemukan banyak spesies-spesies baru. Para ahli sistematika akan menempatkan hewan-hewan tersebut dalam cara pengelompokkan menurut pandangan mereka dan perubahan pada objek yang diamati.

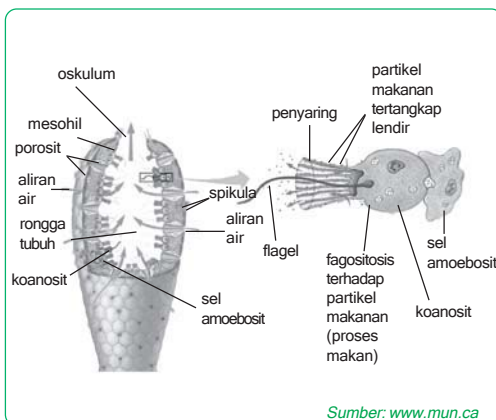
Untuk mengenali karakteristik berbagai filum hewan, di bawah ini di bahas ciri-ciri umum tubuh, cara reproduksi, contoh dan peranannya bagi manusia secara ringkas mewakili filum-filum utama kingdom animalia.

a. Filum Porifera (Spons)

Diperkirakan terdapat ± 9000 spesies spons, sebagian besar hidup di laut, hanya sekitar 100 spesies yang hidup di air tawar.

Spons berukuran 1-2 cm, tubuhnya sederhana, mirip suatu kantung yang berpori atau berlubang (*Porifera* berarti mengandung pori). Spons tidak memiliki saraf atau otot, tetapi masing-masing sel dapat mengindera dan bereaksi terhadap perubahan lingkungan.

Pada bagian dalam rongga tengah tubuhnya dilapisi oleh koanosit berflagel. Koanosit ini berperan dalam pencernaan makanan. Gerakan flagel akan membangkitkan arus aliran air, dengan demikian makanan masuk dan koanosit memakannya secara fagositosis. Perhatikan struktur tubuh Porifera di bawah ini!



Sumber: www.mun.ca

■ Gambar 8.1
Susunan tubuh Porifera

Sebagian besar Porifera bersifat hermafrodit, yang berarti masing-masing individu berfungsi sebagai jantan dan betina dalam reproduksi seksual dengan cara menghasilkan sperma dan sel telur. Pembuahan silang terjadi antara dua spons yang berdekatan. Pembuahan menghasilkan zigot, zigot berkembang menjadi larva berflagel yang kemudian menyebar dari induknya. Jika larva ini menempel pada substrat yang cocok maka akan tumbuh membentuk spons dewasa. Spons memiliki daya regenerasi yang besar. Dengan cara ini spons dapat menggantikan bagian-bagian tubuhnya yang hilang.

Berbagai spons memiliki rangka tubuh dari spikula yang tersusun atas bahan berbeda, yaitu sebagai berikut.

- 1) **Calcarea**, spikula dari zat kapur, contohnya *Scypha*, *Grantia*, *Sycon*, *Clathrina*, dan *Leucoselonia*.
- 2) **Demospongia**, spikula dari silikat atau spongin, contohnya *Euspongia* dan *Demospongia*.
- 3) **Hexactinellida**, spikula dari bahan silikat, contohnya *Pheronema*, *Euplectella*, dan *Hexactinella*.

b. Filum Cnidaria

Hewan Cnidaria tubuhnya sederhana dan tidak memiliki mesoderm, yaitu hydra, ubur-ubur, anemone laut dan karang. Cnidaria juga disebut Coelenterata berasal dari kata *Coelos* yang berarti rongga dan *enteron* yang berarti usus, sebab mempunyai rongga *gastrovaskuler* untuk pencernaan makanan. Oskulum berfungsi sebagai mulut dan anus sekaligus, memiliki saraf dan otot sederhana. Mempunyai knidoblas yang mengandung benang berduri berisi racun yang disebut nematosis (alat penyengat). Alat penyengat ini terdapat di tentakel dan berfungsi untuk melumpuhkan mangsanya.

Hingga saat ini diperkirakan terdapat ± 10.000 spesies Cnidaria, sebagian besar hidup di laut. Bentuk tubuhnya terdapat dalam dua variasi yaitu polip yang menempel pada suatu substrat dan medusa yang melayang-layang di air. Cnidaria berkembang biak secara generatif dengan peleburan sperma dan sel telur, sedangkan secara vegetatif dengan cara membentuk tunas.

Ingatlah

Porifera merupakan hewan yang tubuhnya memiliki banyak pori dan pengelompokannya berdasarkan spikula/rangka penyusunnya.






Sumber: webshots.com

■ Gambar 8.2

Berbagai spesies Cnidaria yang membentuk terumbu karang yang indah

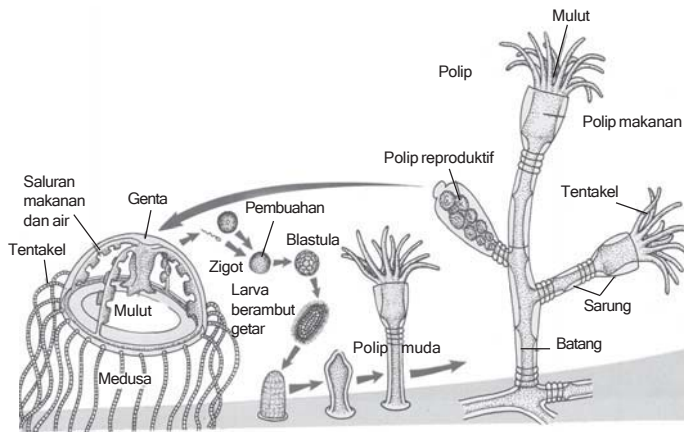
Filum Cnidaria di bagi dalam tiga kelas, yaitu: Hydrozoa, Scyphozoa dan Anthozoa. Karakteristik ketiga kelas tersebut dijelaskan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 8.2. Karakteristik Hydrozoa, Scyphozoa, dan Anthozoa.

Kelas dan contoh gambar	Karakteristik
<p>Hydrozoa (<i>Hydra</i>, <i>Obelia</i>, beberapa karang)</p>  <p>Sumber: www.miljolare.no</p>	<p>Sebagian besar hidup di laut, hanya sedikit hidup di air tawar, terdapat dalam bentuk polip dan medusa pada sebagian besar spesies, fase polip seringkali membentuk koloni.</p>
<p>Scyphozoa (ubur-ubur, ubur-ubur kotak beracun)</p>  <p>Sumber: www.scas.at</p>	<p>Semua hidup di laut, tahapan polip tereduksi, bebas berenang, diameter tubuh dapat mencapai 2 m. Jenisnya ada yang sangat mematikan, yaitu ubur-ubur tawon yang menghuni hutan Australia.</p>
<p>Anthozoa (anemon laut, sebagian besar karang, karang berkoloni seperti kipas)</p>  <p>Sumber: Microsoft Encarta 2006</p>	<p>Semua hidup di laut, tidak ada fase medusa, banyak spesiesnya membentuk koloni. Memiliki penyengat pada tentakelnya. Ada yang hidup bersimbiosis dengan kepiting hermit (kumang) secara mutualisme (saling menguntungkan). Sang kepiting mendapat perlindungan dari musuh-musuhnya, sedangkan anemon mendapatkan tumpangan menuju sumber makanan baru.</p>

Tujuan: mendeskripsikan daur hidup Cnidaria.

Perhatikan gambar daur hidup *Obelia sp.* di bawah ini! Bacalah buku sumber yang sesuai, kemudian deskripsikan daur hidupnya



Sumber: Ensiklopedia populer

■ Gambar 8.3
Daur hidup *Obelia sp.*

Cnidaria dapat bermanfaat bagi manusia, beberapa jenis ubur-ubur digunakan sebagai bahan pembuatan agar-agar dan bahan baku industri kosmetik. Sebagian besar Cnidaria lainnya pada ekosistem laut memiliki peran ekologis yang penting, seperti membentuk batu karang penahan gelombang. Terumbu karang yang terdiri dari spesies-spesies dari filum Porifera dan Cnidaria membentuk pemandangan yang indah di dasar laut.

c. Filum Platyhelminthes (cacing pipih)

Anggota Platyhelminthes ada yang memiliki ukuran tubuhnya mikroskopis dan ada yang memiliki panjang tubuh hingga lebih dari 20 cm, seperti cacing pita. Tubuh bilateral simetris, pipih dorsoventral, dan triploblastik. Dibanding filum Porifera dan Cnidaria, Platyhelminthes memiliki struktur tubuh yang lebih kompleks. Otot pada dinding tubuh berkembang baik, sistem saraf terdiri atas ganglion (simpul saraf) anterior yang dihubungkan oleh tali saraf yang memanjang. Alat ekskresi berupa sel api (*flame cell*).





Terdapat sekitar 20.000 spesies cacing pipih yang hidup pada habitat air laut, air tawar, daratan yang lembap atau parasit pada

Ingatlah

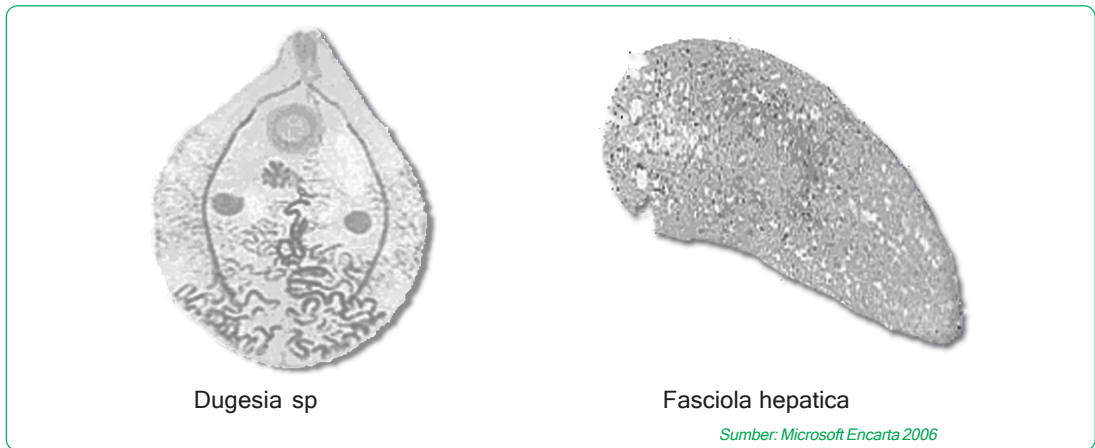
Cnidaria atau Coelenterata dikenal sebagai hewan berongga karena memiliki gastrovaskuler untuk mencerna sekaligus mengedarkan makanan. Filum hewan ini diklasifikasikan berdasarkan dominasi bentuk tubuhnya sebagai polip atau medusa.

organisme lain. Filum Platyhelminthes digolongkan dalam 4 kelas, yaitu Turbellaria, Monogenea, Trematoda dan Cestoidea. Karakteristik keempat kelas tersebut dijelaskan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 8.3. Karakteristik kelas-kelas dari filum Platyhelminthes

Kelas dan contoh gambar	Karakteristik
<p>Turbellaria (<i>Dugesia</i>, <i>Planaria</i>)</p>  <p>Sumber: www.canberra.com.au</p>	<p>Sebagian besar hidup bebas sebagai hewan laut, beberapa hidup di air tawar, hanya sedikit yang hidup di darat, permukaan tubuh bersilia.</p>
<p>Monogenea (<i>Schistosoma mansoni</i>)</p>  <p>Sumber: www.bergen.edu</p>	<p>Hidup di laut, air tawar, parasit pada organisme lain, menginfeksi ikan, larva bersilia.</p>
<p>Trematoda (<i>Fasciola hepatica</i>-cacing hati)</p>  <p>Sumber: www.wormboss.com.au</p>	<p>Parasit pada vertebrata, memiliki dua penghisap untuk menempel pada inang. Daur hidup memiliki inang perantara.</p>
<p>Cestoidea (Cacing pita-<i>Taenia solium</i>, <i>Taenia saginata</i>)</p>  <p>Sumber: www.canberra.com.au</p>	<p>Parasit pada vertebrata, scoleks mengkait pada inang, proglotid menghasilkan telur dan pecah setelah fertilisasi, tidak memiliki kepala dan sistem pencernaan. Pada daur hidup memiliki inang perantara.</p>

Beberapa spesies filum Platyhelminthes ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



■ **Gambar 8.4**
Beberapa spesies cacing pipih

Aktivitas Sains

Tugas kajian pustaka

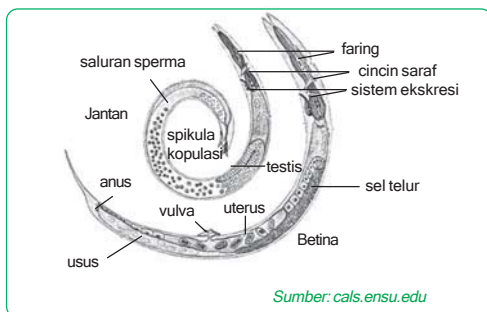
Tujuan: mendeskripsikan cacing pipih yang parasit pada hewan dan manusia.

1. Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 4 orang
2. Di antara spesies cacing pipih ada yang menyerang hewan vertebrata dan manusia. Daur hidupnya terdapat inang tetap dan inang perantara. Coba kumpulkan informasi dari berbagai literatur tentang daur hidup cacing pipih yang menyerang hewan dan manusia! Buatlah deskripsi, lengkapi dengan gambar dan jelaskan bagaimanakah cara mencegahnya!

d. Filum Nematoda (Cacing gilig)

Anggota filum Nematoda memiliki panjang tubuh antara 1 mm hingga lebih dari 1 m. Tubuh silindris, tak bersegmen, dan bagian ujungnya meruncing membentuk ujung yang halus ke arah posterior sehingga menjadi suatu ujung buntu pada bagian kepala. Permukaan tubuh dilapisi kutikula. Nematoda memiliki pencernaan sempurna, tetapi tidak memiliki sistem sirkulasi. Nutrisi diangkut ke seluruh tubuh melalui cairan tubuh dalam pseudoselom. Otot dapat memanjang dan berkontraksi.

Umumnya Nematoda bereproduksi secara seksual dengan fertilisasi internal. Zigot dapat bertahan dalam kondisi buruk. Diperkirakan terdapat sekitar 90.000 spesies Nematoda yang hidup



Sumber: cals.ensu.edu

■ **Gambar 8.5**
Struktur tubuh
Nematoda

di habitat akuatik, tanah yang lembab, didalam jaringan tumbuhan, serta didalam cairan dan jaringan hewan.

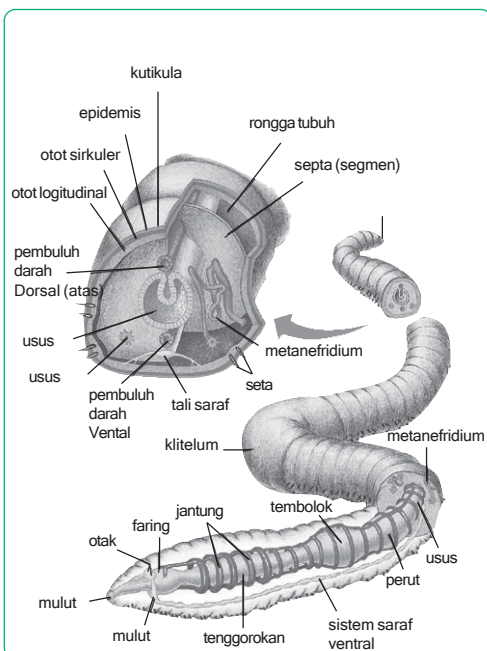
Cacing gilig atau nematoda yang hidup bebas, berperan penting dalam pembusukan dan daur ulang mineral. Namun banyak Nematoda merupakan hama pertanian yang menyerang akar tumbuhan.

Beberapa jenis Nematoda yang merugikan, yaitu:

- 1) *Ascaris lumbricoides*, hidup sebagai parasit pada usus halus manusia. Larvanya masuk bersama-sama makanan.
- 2) *Necator americanus*, parasit pada manusia, larva masuk dengan cara menembus kulit kaki.
- 3) *Oxyuris vermicularis*, cacing kremi, larvanya masuk bersama makanan. Cacing betina saat bertelur menuju anus.
- 4) *Wucheria bancrofti* dan *Filaria bancrofti*, hidup parasit pada pembuluh limfa manusia, menyebabkan penyakit Filariasis atau elephantiasis (kaki gajah), vektornya nyamuk Culex

e. Filum Annelida

Annelida berasal dari kata annulus yang berarti cincin-cincin kecil, gelang-gelang atau ruas-ruas, dan oidus yang berarti bentuk. Oleh sebab itu, Annelida juga dikenal sebagai cacing gelang. Cacing tanah sebagai anggota Annelida dapat digunakan untuk memberi gambaran struktur umum dari filum ini. Tubuh cacing tanah memiliki selom bersepta (bersekat), tetapi saluran pencernaan, pembuluh saraf dan tali saraf memanjang menembus septa itu. Sistem pencernaan terdiri atas: faring, esophagus, tembolok, empedal, dan usus halus. Sistem sirkulasi tertutup tersusun atas jaringan pembuluh darah yang memiliki hemoglobin. Pembuluh darah kecil pada permukaan tubuh cacing tanah berfungsi sebagai organ pernapasan.



Sumber: uwinningpeg.ca

■ **Gambar 8.6**
Struktur Cacing tanah

Pada masing-masing segmen tubuh cacing tanah terdapat organ ekskretoris berupa metanephridia bersilia, yang disebut *nefroston*. Sistem saraf tersusun atas ganglion saraf yang dihubungkan dengan sepasang tali saraf memanjang disepanjang arah posterior.

Cacing tanah merupakan hewan hermafrodit, mereka melakukan pembuahan secara silang. Sel sperma yang dipertukarkan disimpan dalam klitelum untuk kemudian diselubungi mukus (lendir) membentuk kokon. Kokon dilepas dalam tanah dan berkembang menjadi embrio yang siap menjadi individu baru. Perkembangbiakan vegetatifnya dengan cara fragmentasi tubuh yang diikuti dengan regenerasi.



■ Gambar 8.7

Sumber: www.uclan.ac.uk

Proses perkembangbiakan pada cacing tanah

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mendeskripsikan morfologi cacing tanah.

Cobalah kamu cari cacing tanah di sekitarmu, catat kondisi tanah yang banyak kamu temukan cacing tersebut! Taruh di atas kaca, lalu amati cara Bergeraknya. Apakah ada jejak bekas perjalanan cacing tanah? Taruh diatas tangan atau kertas, bila cacing mulai berjalan, tariklah bagian posteriornya ke belakang. Adakah sesuatu yang terasa menggores tangan atau kertas? Catatlah apa nama alat itu dan buatlah deskripsi tentang struktur alat gerak cacing tanah tersebut! Gunakan literatur yang sesuai sebagai penunjang.

Filum Annelida dibagi dalam tiga kelas, yaitu: Oligochaeta, Polychaeta, dan Hirudinea. Karakteristik ketiga kelas tersebut dijelaskan melalui tabel di bawah ini.

Tabel 8.4. Karakteristik kelas-kelas dari filum Annelida

Kelas dan contoh gambar	Karakteristik
Oligochaeta (cacing tanah)  Sumber: www.ppd1.purdue.edu	Kepala tereduksi, tidak ada parapodia, tetapi memiliki setae. Tubuh bersegmen, hidup di air dan tanah.
Polychaeta (cacing palolo)  Sumber: www.sfu.ca	Kepala berkembang baik, tiap segmen memiliki parapodia bersetae. Sebagian besar memiliki segmen dan hidup di laut.

Hirudinae (lintah)



Sumber: Microsoft Encarta 2006

Umumnya bertubuh pipih, rata, berselom dan segmentasi tereduksi. Tidak memiliki setae, memiliki penghisap pada kedua ujung tubuh.

Cacing ini menghuni daratan yang lembab sampai ke daerah perairan, seperti sungai, dan rawa.

Cacing ini mengeluarkan zat anti pembekuan darah yang dinamakan hirudin, agar ia dapat leluasa menghisap darah mangsanya, yaitu hewan vertebrata.

Info Biologi

Cacing tanah jenis *Lumbricus rubellus* mendapatkan namanya karena cacing ini dapat menghasilkan zat antibiotik bernama Lumbricin, yang dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen seperti *Salmonella typhi*.

Terdapat sekitar 15.000 spesies Annelida yang telah diketahui menghuni habitat laut, air tawar dan tanah yang lembab. Annelida yang hidup di tanah, berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah untuk pertanian dan mengembalikan mineral yang penting untuk menjaga kesuburan tanah. Beberapa contoh kelas Oligochaeta yang penting adalah *Pheretima* (cacing tanah) yang mampu menghancurkan sampah dan membantu proses sirkulasi bahan organik di tanah serta sebagai makanan sumber protein bagi ternak. Contoh lainnya adalah *Perichaeta* (cacing hutan), *Tubifex* (cacing air), *Lumbricus rubellus* yang banyak ditenakkan orang karena berkhasiat untuk mengobati penyakit tifus, ekstraknya sebagai minuman kesehatan dan bahan kosmetik.

Kelas Polychaeta, misalnya *Nereis virens* (kelabang laut), *Eunice viridis* (cacing wawo), *Lysidice oele* (cacing palolo) merupakan cacing yang menghuni lautan.

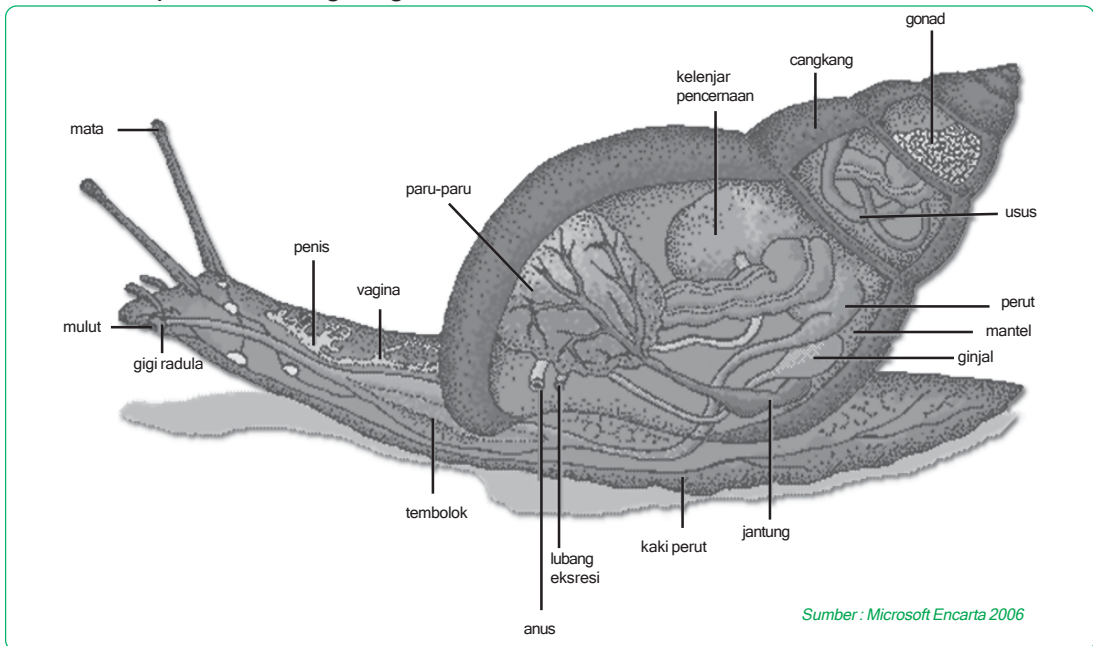
Hirudinea merupakan kelas dari Annelida yang mampu menghasilkan zat hirudin, semacam bahan kimia yang mencegah coagulasi atau pembekuan darah, contohnya *Hirudo medicinalis*, *Haemodipsa javanica*.

f Filum Mollusca

Mollusca merupakan hewan bertubuh lunak yang dilindungi oleh cangkang keras yang tersusun dari senyawa kalsium karbonat, kecuali cumi-cumi dan gurita yang cangkangnya tereduksi. Tubuh Mollusca terdiri atas tiga bagian.

- 1) *Kaki berotot*, yang digunakan untuk pergerakan.
- 2) *Massa visceral*, yang mengandung organ-organ internal.

3. *Mantel*, berfungsi melindungi massa visceral dan mensekresikan bahan pembuat cangkang.



■ **Gambar 8.8**
Struktur tubuh Gastropoda

Aktivitas Sains




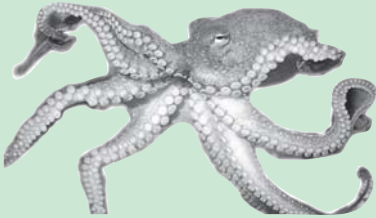
Tugas pengamatan

Tujuan: mengamati struktur tubuh mollusca.

1. Carilah spesies Mollusca yang biasa dipasarkan sebagai bahan makanan seperti kerang, tiram, cumi-cumi, gurita.
2. Lakukanlah pengamatan dengan lup untuk mengamati morfologi tubuhnya!
3. Gambarlah dan sebutkan bagian-bagian tubuhnya!
4. Lakukan pembedahan untuk organ tubuh internalnya! Gambarlah dan sebutkan bagian-bagian tubuhnya!
5. Gunakan berbagai sumber untuk mendeskripsikan Mollusca yang kamu amati tentang struktur tubuhnya, fungsi bagian tubuhnya, sifat-sifat dan tempat hidupnya.

Hingga saat ini telah diketahui ada sekitar 150.000 spesies Mollusca. Sebagian besar merupakan hewan laut, beberapa di antaranya hidup di air tawar dan di darat. Berdasarkan struktur tubuhnya dibedakan atas delapan kelas. Empat kelas yang penting dijelaskan karakteristiknya dalam tabel berikut ini.

Tabel 8.5. Karakteristik kelas-kelas utama Mollusca

Kelas dan contoh gambar	Karakteristik
<p>Polyplacophora (chiton)</p>  <p><i>Sumber : Microsoft Encarta 2006</i></p>	<p>Hidup di laut, cangkang dengan delapan lempeng, kaki digunakan untuk bergerak maju, kepala tereduksi.</p>
<p>Gastropoda (keong, bekicot)</p>  <p><i>Sumber : Microsoft Encarta 2006</i></p>	<p>Hidup di laut, air tawar atau darat, tubuh tidak simetris, umumnya bercangkang memelintir, pada beberapa spesies memiliki kaki untuk lokomosi (pergerakan), mulut memiliki radula.</p>
<p>Bivalvia (remis, kerang hijau, tiram)</p>  <p><i>Sumber : Microsoft Encarta 2006</i></p>	<p>Hidup di laut dan air tawar, cangkang pipih atau rata dengan dua katup, kepala tereduksi, insang berpasangan, sebagian besar makan dengan menyaring, mantel membentuk sifon.</p>
<p>Cephalopoda (cumi-cumi, gurita, <i>Nautilus</i> berongga)</p>  <p><i>Sumber : Microsoft Encarta 2006</i></p>	<p>Hidup di laut, kepala dikelilingi tentakel yang menjerat. Umumnya tentakelnya memiliki penyedot, cangkang eksternal atau internal, mulut dengan atau tanpa radula, lokomosi (pergerakan) menggunakan tekanan air melalui sifon yang terbuat dari mantel.</p>

Banyak di antara spesies Mollusca yang memiliki nilai ekonomi bagi manusia, yakni sebagai bahan makanan sumber protein. Kerang mutiara sengaja dibudidayakan agar menghasilkan mutiara. Dalam ekosistem laut, Mollusca berperan sebagai konsumen pada berbagai tingkatan dalam menjaga keseimbangan rantai makanan. Di sentra-sentra penjualan ikan di Kota Semarang banyak dijual spesies dari anggota Mollusca.

Aktivitas Sains

Tugas observasi

Tujuan: melakukan investigasi distribusi penjualan jenis-jenis mollusca.

Kompetensi sains

- Merencanakan pengambilan data lapangan dengan metode wawancara dan observasi.
- Mengolah data lapangan menjadi tulisan karya ilmiah.

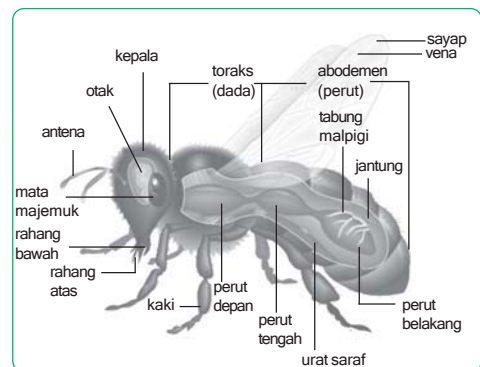
Buatlah kelompok dengan jumlah anggota maksimal 4 orang.

- Lakukanlah investigasi, apakah Mollusca itu berasal dari laut wilayah Kota Semarang? Jika tidak, dari mana asalnya? Bagaimana jaringan pemasarannya hingga ke konsumen? Berapa harganya? Bagaimana proses pengawetannya? Apakah nelayannya mendapat hasil yang sepadan?
- Gunakan metode wawancara dan observasi untuk mendapat data, kemudian susunlah datanya dalam bentuk makalah dengan kaidah penulisan karya ilmiah!

g. Filum Arthropoda

Secara umum tubuh Arthropoda bersegmen dengan eksoskeleton yang keras dari senyawa protein dan chitin. Memiliki tungkai yang bersendi. Tubuh ditutupi oleh kutikula. Organ sensoris berkembang dengan baik, meliputi mata, reseptor pembau, dan antena untuk peraba.

Arthropoda memiliki sistem sirkulasi terbuka, cairan tubuh yang disebut *hemolimfa* didorong oleh suatu jantung, masuk ke ruang sinus yang mengelilingi jaringan dan organ. Terdapat organ khusus untuk pertukaran gas, seperti spesies akuatik yang bernafas dengan sejenis insang tipis dan berbulu. Pada Arthropoda terrestrial menggunakan trakea untuk pertukaran gas.







Sumber: Microsoft Encarta 2006

Gambar 8.9

Struktur tubuh Arthropoda

Arthropoda dibagi dalam lima kelas dengan karakteristik dijelaskan dalam tabel berikut ini.

Tabel 8.6. Karakteristik kelas-kelas filum Arthropoda

Kelas dan contoh gambar	Karakteristik
<p>Arachnida (laba-laba, kalajengking, kutu, tungau)</p>  <p><i>Sumber : Microsoft Encarta 2006</i></p>	<p>Tubuh terdiri atas satu atau dua bagian utama, memiliki enam pasang anggota badan (kelisera, pedipalpus dan empat pasang kaki).</p>
<p>Diplopoda (kaki seribu)</p>  <p><i>Sumber : Ensiklopedi populer</i></p>	<p>Tubuh dengan kepala yang jelas, berantena, tipe mulut pengunyah, tubuh bersegmen dengan dua pasang kaki pada setiap segmen,terrestrial, herbivora.</p>
<p>Chilopoda (kelabang)</p>  <p><i>Sumber : Ensiklopedi populer</i></p>	<p>Tubuh dengan kepala yang jelas, berantena, memiliki tiga pasang alat mulut, anggota tubuh pada segmen pertama mengalami modifikasi sebagai cakar beracun, segmen tubuh dengan sepasang kaki, terrestrial, karnivora.</p>
<p>Insecta (serangga)</p>  <p><i>Sumber : Microsoft Encarta 2006</i></p>	<p>Tubuh terdiri atas kepala, toraks dan abdomen, memiliki antenna, bagian mulut dimodifikasi untuk mengunyah, menghisap atau menelan. Umumnya memiliki sepasang sayap, kaki tiga pasang, sebagian besar hidup di darat.</p>

Crustacea (kepiting, berbagai udang)



Sumber: Microsoft Encarta 2006

Tubuh dengan dua atau tiga bagian, memiliki antena, bagian mulut untuk mengunyah, tiga atau lebih pasang kaki, sebagian besar merupakan hewan laut.

Aktivitas Sains

Tugas kliping

Tujuan: mendeskripsikan peranan Arthropoda dalam kehidupan manusia.

Buatlah kelompok dengan jumlah anggota maksimal 4 orang.

1. Kumpulkan berbagai artikel dari berbagai media massa seperti koran, majalah, tabloid yang mengungkap satu aspek khusus tentang peranan spesies-spesies anggota Arthropoda!
2. Susunlah menjadi kliping yang baik.

Diperkirakan seluruh populasi seluruh kelas filum Arthropoda yang hidup di bumi saat ini sekitar 10 individu, di antaranya 1 juta spesies serangga yang telah diketahui. Banyak species anggota filum Arthropoda yang memiliki arti penting bagi manusia. Di antaranya digunakan sebagai bahan makanan sumber protein dengan nilai ekonomi tinggi, seperti golongan udang. Banyak diantaranya juga merupakan hama pertanian dan vektor berbagai penyakit pada manusia, terutama dari golongan serangga.

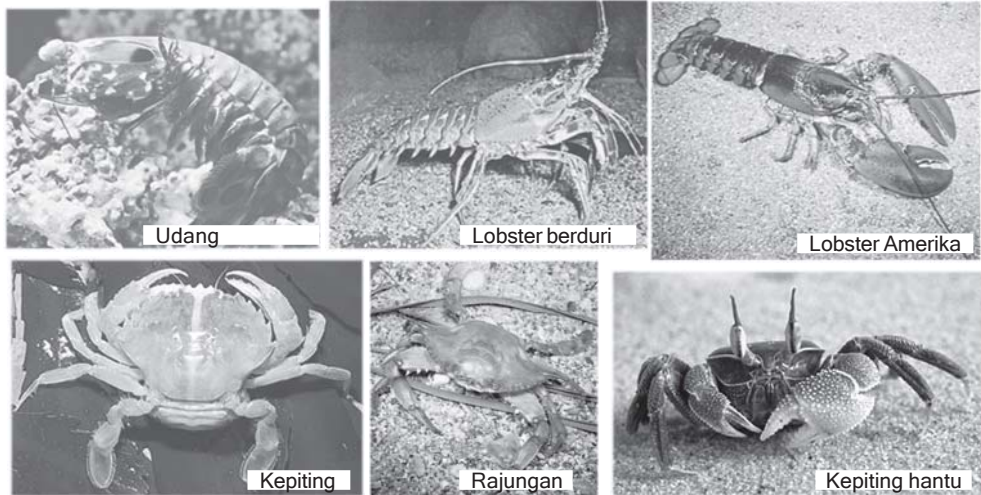
Aktivitas Sains

Tugas proyek

Tujuan: mengenal jenis-jenis serangga dengan membuat insektarium

Buatlah kelompok dengan jumlah anggota maksimal 4 orang.

1. Pelajarilah cara membuat insektarium!
2. Kumpulkan berbagai serangga, awetkan, kemudian susunlah menjadi insektarium.
3. Identifikasi jenisnya dengan pelabelan yang benar pada insektarium.

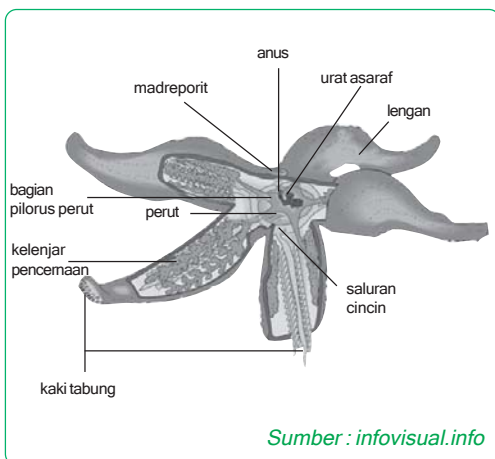


Sumber : Microsoft Encarta 2006

Gambar 8.10
Berbagai contoh Crustacea

h. Filum Echinodermata

Sebagian besar Echinodermata merupakan hewan yang bergerak lambat dengan simetri tubuh radial. Bagian internal hewan ini menjalar dari pusat menuju lengan-lengan yang berjumlah lima. Kulit tipis menutupi eksoskeleton keras yang terbuat dari zat kapur. Sebagian besar Echinodermata merupakan hewan berbulu kasar karena adanya tonjolan kerangka dari duri yang memiliki berbagai fungsi. Yang khas pada filum ini adalah struktur pembuluh air (*water vascular system*), yaitu suatu jaringan hidrolis yang bercabang menjadi penjururan, disebut kaki tabung yang berfungsi untuk lokomosi (pergerakan), makan dan pertukaran gas. Perhatikan gambar di samping ini!



Sumber : infovisual.info

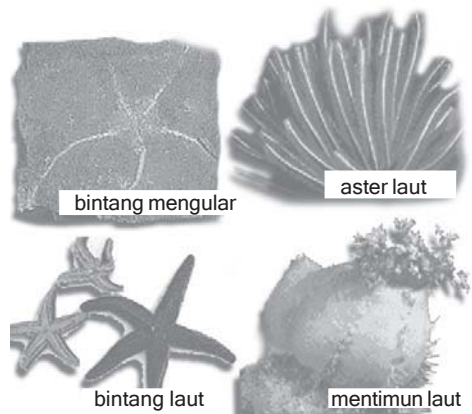
Gambar 8.11
Sistem pembuluh air pada bintang laut

Aktivitas Sains

Tugas deskripsi

Tujuan: mengamati bagian sistem pembuluh air dan mekanismenya pada bintang laut
Cobalah cari penjelasan tentang bagian-bagian sistem pembuluh air itu! Kemudian jelaskan bagaimana mekanisme berjalan bintang laut sebagaimana gambar di atas! Gunakan literatur yang sesuai!

Reproduksi seksual Echinodermata melibatkan individu jantan dan betina yang membebaskan gametnya ke dalam air laut. Hewan dewasa dengan simetri tubuh radial, berkembang dari larva yang simetris bilateral. Lebih dari 7.000 spesies Echinodermata hidup di laut. Dalam ekosistem laut, hewan-hewan anggota filum ini berkedudukan sebagai konsumen dalam berbagai tingkatan, yang berperan menjaga keseimbangan rantai makanan. Dibagi dalam 6 kelas, yaitu: Asteroidea (bintang laut), Ophiuroidea (bintang mengular), Echinoidea (bulu babi), Holothuroidea (mentimun laut) dan Concentrychyloidea (aster laut). Berbagai contoh Echinodermata ditunjukkan dalam gambar di samping ini!



Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 8.12**
Berbagai spesies Echinodermata

Echinodermata merupakan hewan pemakan bangkai dan kotoran hewan di laut sehingga ia mempunyai peran sebagai pembersih lingkungan laut terutama pantai. Secara ekonomis ia hanya sedikit sekali manfaatnya bagi manusia. Beberapa jenis dapat digunakan sebagai bahan makanan, misalnya teripang, dan kerangka dari beberapa jenis Echinodermata dapat digunakan sebagai bahan hiasan.

i Filum Chordata

Sekalipun anggota filum Chordata sangat bervariasi, tetapi mereka memiliki ciri anatomi yang khas, yaitu: notokord, tali saraf dorsal berlubang, celah faring, dan ekor pascaanus berotot.

- 1) **Notokord**, merupakan batang fleksibel dan longitudinal, terdapat di antara saluran pencernaan dan tali saraf. Notokord menyokong kerangka di sepanjang tubuh hewan Chordata.
- 2) **Tali saraf dorsal berlubang**, berkembang dari jaringan ektoderm yang menggulung membentuk tabung yang terletak di bagian dorsal notokord. Tali saraf ini berkembang menjadi sistem saraf pusat, yaitu otak dan sumsum tulang belakang. Anggota filum lain memiliki tali saraf tidak berlubang dan terletak di bagian ventral tubuh.
- 3) **Celah faring**, merupakan suatu struktur yang memungkinkan air yang masuk melalui mulut dapat keluar tanpa harus terus mengalir melalui seluruh saluran pencernaan.

- 4) **Ekor pascaanus berotot.** Sebagian besar Chordata memiliki ekor memanjang ke arah posterior tubuh. Ekor Chordata memiliki otot kerangka. Pada Chordata akuatik, struktur ini digunakan sebagai pendorong ketika bergerak.

Filum Chordata dibagi atas 2 Subfilum, yaitu Subfilum *Invertebrata* dan Subfilum *Vertebrata*. Subfilum *Invertebrata* terdiri atas *Urochordata* dan *Cephalochordata*. Subfilum *Vertebrata* dibagi atas dua superkelas, yaitu Superkelas *Agnatha* dan *Gnathostomata*. Superkelas *Agnatha* terdiri atas 2 kelas, yaitu *Myxini* dan *Cephalaspidomorphi*. Sedangkan, superkelas *Gnathostomata* terdiri atas 6 kelas, yaitu *Chondrichthyes*, *Osteichthyes*, *Amphibia*, *Reptilia*, *Aves*, dan *Mammalia*.

Spesies-spesies anggota Subfilum *Invertebrata* sebagian besar hidup di laut sebagai plankton. Di antaranya ada yang hidup bebas, menempel pada batuan, galangan kapal atau pada dinding sampan. Spesies-spesies ini tidak memiliki nilai ekonomis yang penting. Sebaliknya banyak spesies anggota Subfilum *Vertebrata* memiliki nilai ekonomis penting bagi manusia. Coba perhatikan karakteristik anggota Subfilum *Vertebrata* di bawah ini.

Tabel 8.7. Karakteristik Subfilum *Vertebrata* yang masih hidup hingga saat ini.

Superkelas	Karakteristik	
Agnatha	Vertebrata tak berahang, kerangka bertulang rawan, lidah seperti parut, notokord tidak berubah menjadi vertebra, anggota tubuh tidak berpasangan, hidup di laut dan air tawar.	
	Kelas	Karakteristik
	a. Myxini	Pemakan bangkai hidup di laut, mulut dikelilingi tentakel pendek, tidak ada fase larva.
	b. Cephalaspidomorphi	Hidup di laut dan air tawar, mulut dikelilingi penghisap, ada fase larva hidup bebas, setelah dewasa parasit pada organisme lain.

Superkelas	Karakteristik	
Gnathostomata	Vertebrata dengan rahang berengsel, pada hewan dewasa notokord digantikan vertebra, anggota tubuh berpasangan.	
	Kelas	Karakteristik
	a. Chondrichthyes	Ikan bertulang rawan, memiliki rahang, respirasi dengan insang, pembuahan internal, bertelur atau melahirkan anak, memiliki indera yang berkembang dengan baik.

b. Osteichthyes	Ikan bertulang keras, kerangka dan rahang bertulang, sebagian besar fertilisasi eksternal, telur banyak, bernafas dengan insang, hidup di laut dan air tawar.
c. Amphibia	Anggota tubuh menyesuaikan pada kehidupan di darat, larva akuatik bermetamorfosis menjadi hewan dewasa terrestrial, bertelur atau melahirkan anak, bernafas dengan paru-paru dan/atau kulit
d. Reptilia	Tetrapoda darat, kulit bersisik, bernafas dengan paru-paru, bertelur atau melahirkan anak.
e. Aves	Tetrapoda berbulu, kaki depan termodifikasi menjadi sayap, bernafas dengan paru-paru, endotermik, pembuahan internal, telur bercangkang, penglihatan tajam.
f. Mammalia	Tetrapoda berambut, menyusui anaknya, berambut, bernafas dengan paru-paru, endotermik, sebagian besar melahirkan anak.

Aktivitas Sains

Tugas kelompok

Tujuan: mendeskripsikan karakteristik subfilum vertebrata.

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 5 orang.

1. Cermati tabel 8.7, carilah contoh-contoh hewannya sesuai dengan karakteristiknya!
2. Carilah informasi dari berbagai sumber, misalnya perpustakaan, internet dan sebagainya.
3. Susunlah deskripsi tentang peranan dan manfaat salah satu spesies yang kamu pilih!
4. Deskripsi ditulis dalam bentuk artikel.
5. Sertakan gambar, grafik dan diagram.
6. Kemukakan hasil pekerjaan kalian di depan kelas.

Rangkuman

1. Dunia hewan berisikan makhluk hidup dengan karakteristik organisme yang memiliki tipe sel eukariota tanpa dinding sel, multiseluler yang berarti memiliki struktur tubuh yang kompleks, dan pengambilan nutrisi secara heterotrofik, yaitu memakan bahan organik atau organisme lain.

2. Hewan dapat bergerak aktif karena memiliki dua jaringan khusus sebagai penghantaran impuls dan pergerakan, yaitu jaringan saraf dan jaringan otot.
3. Perkembangbiakan pada hewan sebagian besar secara seksual dengan tahap diploid yang mendominasi siklus hidupnya.
4. Kingdom Animalia berdasarkan struktur tubuhnya dibagi menjadi beberapa filum, yaitu Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Arthropoda, Echinodermata, dan Chordata.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Hama wereng disebabkan oleh serangga yang tergolong
 - a. Hemiptera
 - b. Diptera
 - c. Coleoptera
 - d. Orthoptera
 - e. Isoptera
2. Suatu hewan berbentuk bilateral simetris, tidak mempunyai rangka, bersegmen-segmen, dan hidup di air tawar. Berdasarkan sifat-sifat tersebut hewan itu dapat digolongkan ke dalam filum
 - a. Coelenterata
 - b. Platyhelminthes
 - c. Annelida
 - d. Mollusca
 - e. Arthropoda
3. Tubuh bersegmen dan bulat memanjang, kepala dimulai adanya suatu tonjolan, seluruh tubuh diliputi oleh rambut dan tiap segmen mempunyai sepasang parapodia, adalah ciri-ciri
 - a. Oligochaeta
 - b. Polychaeta
 - c. Hirudinea
 - d. Nematoda
 - e. Cestoda
4. Ubur-ubur merupakan binatang lunak yang hidup di lautan dan termasuk dalam golongan
 - a. Mollusca
 - b. Echinodermata
 - c. Porifera
 - d. Coelenterata
 - e. Chordata
5. Taksa hewan di bawah ini hanya dapat kita jumpai di ekosistem laut
 - a. Crustacea
 - b. Porifera
 - c. Annelida
 - d. Gastropoda
 - e. Arthropoda

6. Karakter di bawah ini yang tidak memberikan ciri dari Mollusca adalah
 - a. bermantel
 - b. perkembangan teratur
 - c. memiliki radula
 - d. larva trochopore
 - e. pembelahan spiral
7. Cacing tanah, Nereis diklasifikasikan ke dalam Annelida karena cacing tersebut memiliki
 - a. setae, proboscis, sistem sirkulasi tertutup, ganglion anterior
 - b. parapodia, sepasang nephridia pada setiap segmen tubuh, sistem sirkulasi terbuka
 - c. ganglion dorsal, tubuhnya tersegmentasi, ganglion dorsal, sistem sirkulasi tertutup
 - d. sepasang nephridia pada setiap segmen tubuh, sistem sirkulasi tertutup, ganglion ventral
 - e. setae, parapodia, sepasang nephridia pada setiap segmen tubuh, sistem sirkulasi tertutup
8. Dua ekor siput yang termasuk dalam kelas yang sama kemungkinan juga
 - a. pada ordo yang sama
 - b. speciesnya sama
 - c. pada genus yang sama
 - d. pada familia yang sama
 - e. pada filum yang sama
9. Suatu hewan berbentuk bilateral simetris, tidak mempunyai rangka, bersegmen-segmen dan hidup di air tawar. Berdasarkan sifat-sifat tersebut hewan itu dapat kita golongkan ke dalam filum
 - a. Coelenterata
 - b. Platyhelminthes
 - c. Annelida
 - d. Mollusca
 - e. Arthropoda
10. Di antara serangga-serangga di bawah ini yang dalam pertumbuhannya mengalami metamorfosa sempurna adalah
 - a. kecoak (*Periplaneta Americana*)
 - b. lalat rumah (*Musca domestica*)
 - c. wereng (*Nilaparva lugens*)
 - d. kutu kepala (*Pediculus capitis*)
 - e. capung kuning (*Pantala flavescens*)

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

1. Semua spesies anggota Filum Porifera diploblastik, memiliki jaringan yang sesungguhnya.
2. Eksoskeleton hanya dijumpai pada hewan dari Filum Mollusca.
3. Sistem pembuluh air pada Echinodermata berfungsi dalam lokomosi, makan dan pertukaran gas.



4. Pada umumnya insekta memiliki tiga pasang anggota tubuh, lebih dari dua pasang sayap, beradaptasi pada kehidupan di darat dan air.
5. Reptilia meliputi hewan tetrapoda akuatik dengan kulit bersisik, bernafas dengan paru-paru, bertelur atau melahirkan anak.

C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Diploblastik	a Asteroidea
2	Simentris radial	b Annelida
3	Flame cell	c Serangga
4	Radula	d Gastropoda
5	Endotermik	e Poriifera
		f Planaria
		g Mammalia
		h Amphibia

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Menurut pendapat kamu sebagian besar hewan memiliki habitat di darat ataukah di laut? Jelaskan alasannya!
2. Mengapa cacing tidak diklasifikasikan ke dalam satu filum, melainkan menjadi tiga filum, jelaskan!
3. Ciri-ciri apa sajakah yang digunakan untuk mengklasifikasikan Coelenterata ke dalam kelas-kelas tertentu?
4. Berikan contoh-contoh mollusca yang hidup di darat dan contoh-contoh mollusca yang hidup di air! Sebutkan perbedaan antara mollusca yang hidup di darat dengan yang hidup di air mengenai alat pernafasannya dan cara pembuahannya!
5. Buatlah tabel perbedaan antara Crustacea, Arachnoidea, Myriapoda dan Insecta mengenai tubuh, kaki, sayap, kepala dan thoraknya!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan di bawah ini!

Dunia hewan telah menjadi bagian kehidupan di bumi yang sangat penting bagi kelangsungan hidup makhluk lainnya. Khususnya manusia. Mereka menyediakan sumber makanan yang penting serta membantu menjaga keseimbangan ekosistem di bumi. Dunia tumbuhan juga bisa memberikan sumber makanan bagi manusia sehingga jika di bumi hanya ada tumbuhan dan manusia saja, hal itu tidak akan menjadi masalah yang berarti.

Mengenal Ekosistem

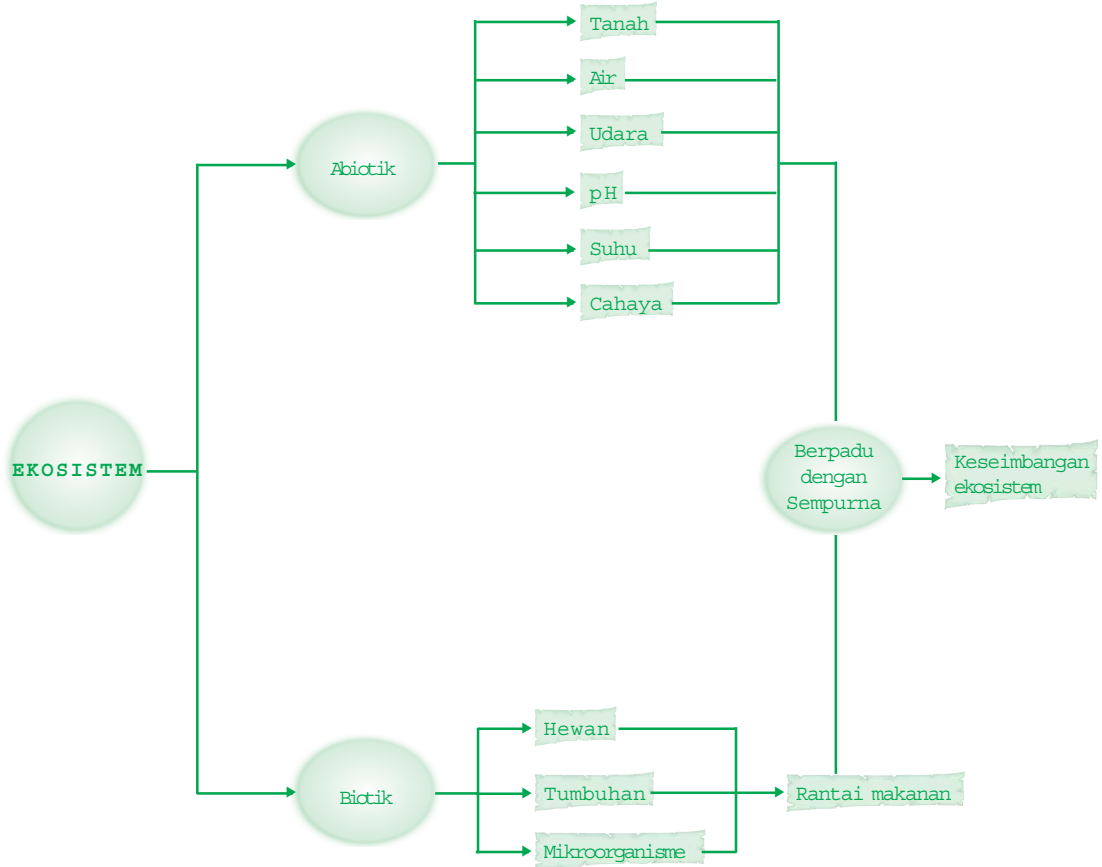
Saat pergi tamasya ke hutan, cobalah lihat di sekeliling kalian. Apa yang kalian lihat? Tentunya kalian akan melihat tumbuhan dan hewan yang beraneka ragam. Mereka semua memiliki peran dan fungsi yang penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem di alam.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat lebih mengenal tentang komponen-komponen penyusun ekosistem yang menunjang kehidupan di muka bumi.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- ekosistem, abiotik, biotik, autotrop, heterotrop, kemoautotrop, bakteri, konsumen, produsen, bioma, aquatik, komunitas, populasi

Jika kamu pergi ke daerah pegunungan dan hutan, apakah yang dapat kamu nyatakan mengenal pemandangan di sana? Apa yang akan terjadi bila salah satu komponen, misalnya pepohonan ditiadakan, akankah menghasilkan pemandangan seperti di atas? Jawabannya tentu tidak. Karena keberadaan komponen satu dengan komponen lainnya saling membutuhkan dan mempengaruhi. Itulah ciptaan Tuhan yang menempatkan semua ciptaan-Nya menjadi satu kesatuan yang saling mempengaruhi di alam kita ini.

Dari gambaran di atas, kita ketahui di alam ini tidak ada satupun organisme yang dapat hidup sendiri, terpisah dan terasing dari makhluk lainnya, termasuk manusia. Untuk hidup kita perlu makan dan tempat hidup yang nyaman, maka kita memerlukan kehadiran organisme lain sebagai penyedia makanan dan tempat untuk melakukan aktivitas kehidupan. Dengan demikian, terjadilah interaksi antar organisme dengan sesamanya dan juga interaksi antara organisme dengan lingkungannya. Hubungan ketergantungan yang saling mempengaruhi antara organisme dengan lingkungannya merupakan ekosistem yang akan kita kaji selanjutnya.

Dalam bab ini kamu akan mengenal lebih dekat tentang komponen ekosistem, peranan masing-masing komponen dalam perpindahan zat dan untuk kehidupan.

A. Komponen Penyusun Ekosistem

Dari sebuah lingkungan kita dapat menemukan komponen penyusun ekosistem, yaitu komponen yang terdiri dari makhluk hidup dan lingkungannya. Lingkungan yang menyertai suatu organisme dapat berupa organisme hidup (biotik) dapat pula bukan organisme. Secara garis besar komponen penyusun ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik.

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem.

1. Datalah suatu tempat di lingkungan sekitarmu yang merupakan komponen biotik dan komponen abiotik. Tentukan manakah yang termasuk produsen, konsumen, pengurai, dan abiotik.
2. Dapatkah bulan atau planet selain bumi mempunyai biosfer? Berikan alasanmu!

Info Biologi

Hanya memerlukan waktu sebentar saja bagi kalian untuk menggali secangkul lapisan tanah di kebun. Namun, proses alam berabad-abad untuk menciptakan lapisan tanah.

1. Komponen abiotik

Komponen abiotik suatu ekosistem merupakan keadaan fisik dan kimia yang menyertai kehidupan organisme sebagai medium dan substrat kehidupan. Komponen ini terdiri dari segala sesuatu tak hidup dan secara langsung terkait pada keberadaan organisme, antara lain sebagai berikut.

a. Tanah

Tanah berperan penting bagi tumbuhan, hewan, dan manusia, sebagai tempat tumbuh dan hidupnya tanaman, melakukan aktivitas kehidupan, tempat berlindungnya hewan tertentu seperti tikus dan serangga, serta sumber nutrisi bagi tanaman.

Kondisi tanah ditentukan oleh derajat keasaman (pH) tanah, tekstur atau komposisi tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah terhadap penyerapan air, garam mineral dan nutrisi yang sangat penting bagi tanaman.

b. Air

Semua organisme hidup tidak dapat lepas dari ketergantungannya terhadap air. Air diperlukan organisme dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhannya, tergantung dari kemampuannya menghemat penggunaan air. Organisme yang hidup pada habitat kering umumnya memiliki cara penghematan air.

Keadaan air sangat ditentukan oleh faktor-faktor berikut.

- 1) Salinitas atau kadar garam bagi organisme yang hidup pada habitat air sangat berpengaruh.
- 2) Curah hujan mempengaruhi jenis organisme yang hidup pada suatu tempat.
- 3) Penguapan mempengaruhi adaptasi tanaman pada tempat tertentu.
- 4) Arus air mempengaruhi jenis hewan dan tumbuhan yang dapat hidup pada habitat air tertentu.

c. Udara

Udara sangat penting bagi kehidupan organisme. Sebagaimana manusia membutuhkan udara untuk bernapas. Kondisi udara pada suatu tempat sangat dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut.

- 1) *Cahaya matahari*, sangat penting untuk laju proses fotosintesis tumbuhan hijau untuk memberikan pasokan oksigen ke lingkungan.

- 2) *Kelembaban*, merupakan kadar air yang terdapat di udara yang mempengaruhi kecepatan penguapan dan kemampuan bertahan hewan terhadap kekeringan.
- 3) *Angin*, berpengaruh terhadap tumbuhan dalam hal sistem perakaran dan penyerbukan tanaman.

d. Topografi

Topografi merupakan variasi letak suatu tempat di permukaan bumi ditinjau pada ketinggian dari permukaan air laut, garis bujur, dan garis lintang. Perbedaan topografi menyebabkan jatuhnya cahaya matahari menjadi berbeda, menyebabkan suhu, kelembaban, dan tekanan udara maupun pencahayaan juga berbeda. Hal ini yang mempengaruhi persebaran organisme.

e. Iklim

Iklim merupakan kombinasi berbagai komponen abiotik pada suatu tempat, seperti kelembaban udara, suhu, cahaya, curah hujan dan lain-lain. Kombinasi abiotik ini berkaitan dengan kesuburan tanah dan komunitas tumbuhan pada suatu tempat.

2. Komponen biotik

Komponen biotik suatu ekosistem merupakan komponen yang terdiri dari organisme yang dikelompokkan sebagai berikut.

a. Berdasarkan cara memperoleh makanan

- 1) **Organisme autotrop**, merupakan organisme yang dapat mengubah bahan anorganik menjadi organik (dapat membuat makanan sendiri). Organisme autotrop dibedakan menjadi dua tipe.
 - a) *Fotoautotrop* adalah organisme yang dapat menggunakan sumber energi cahaya untuk mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik. Contohnya tumbuhan hijau.
 - b) *Kemoautotrop* adalah organisme yang dapat memanfaatkan energi dari reaksi kimia untuk membuat makanan sendiri dari bahan organik. Contohnya bakteri nitrit dan nitrat
- 2) **Organisme heterotrop**, adalah organisme yang memperoleh bahan organik dari organisme lain. Contohnya hewan, jamur dan bakteri non autotrop.

Ingatlah

Ekosistem terbentuk dari komponen biotik dan abiotik yang dicirikan adanya aliran energi, daur materi dan produktivitas. Komponen biotik adalah komponen yang terdiri dari semua organisme, sedangkan komponen abiotik terdiri dari makhluk tak hidup, misalnya cahaya, suhu, dan pH.

b. Berdasarkan kedudukan fungsional dalam ekosistem (Niche)

- 1) *Produsen*, semua organisme autotrop.
- 2) *Konsumen*, semua organisme heterotrop. Contohnya karnivora, herbivora dan omnivora.
- 3) *Pengurai atau perombak*, organisme yang mampu menguraikan organisme mati menjadi mineral atau bahan anorganik kembali. Contohnya bakteri dan jamur.
- 4) *Detritivora*, organisme yang memakan bahan organik dan diubah menjadi partikel organik yang lebih kecil strukturnya. Contohnya cacing tanah dan kumbang kotoran.

Aktivitas Sains

Tugas pengamatan

Tujuan: mengidentifikasi pengertian habitat, populasi, komunitas, dan niche dalam ekosistem.

1. Carilah suatu tempat di sekitar tempat tinggalmu. Tentukan sebagai ekosistem darat atau perairan!
2. Bagaimana cara kamu menentukan komponen abiotik pada ekosistem tersebut?
3. Tentukan habitatnya, jenis populasinya, niche dan komunitasnya dalam ekosistem!

B.

Organisasi Kehidupan dan Pola Interaksi

Pada suatu tempat di sekitar kita dapat ditemukan adanya berbagai jenis organisme, baik sejenis maupun berbeda jenis yang membentuk suatu organisasi kehidupan. Mereka berinteraksi saling mempengaruhi antara yang satu dengan yang lain dalam berbagai bentuk.

Satu organisme dikenal sebagai individu, dan populasi merupakan sekumpulan organisme sejenis yang berinteraksi pada tempat dan waktu yang sama. Jumlah individu sejenis yang terdapat pada satuan luas tertentu dinamakan **kepadatan populasi**. Antara populasi yang satu dengan populasi yang lain selalu terjadi interaksi, baik secara langsung atau tidak langsung dalam suatu komunitas. Dalam suatu komunitas senantiasa terdapat tumbuhan, hewan dan mikroorganisme. Organisasi kehidupan yang merupakan kesatuan komunitas-komunitas dengan lingkungan abiotik (fisik) tempat hidupnya membentuk suatu ekosistem. Seluruh ekosistem yang ada di dunia ini membentuk biosfer sebagai bagian permukaan bumi yang dihuni oleh suatu kehidupan.

Telah kita ketahui bahwa antara komponen ekosistem senantiasa saling berinteraksi. Tujuan utama interaksi antar komponen berkaitan erat dengan kelangsungan hidup. Bertambahnya anggota populasi menyebabkan kepadatan bertambah, sehingga antar individu harus bersaing untuk mencukupi kebutuhannya. Persaingan antar individu dalam populasi memiliki intensitas yang paling tinggi karena mereka memiliki persamaan kebutuhan hidup yang disebut **kompetisi intraspesifik**. Di dalam suatu komunitas, populasi yang satu senantiasa berinteraksi dengan populasi yang lain. Bentuk interaksi antar populasi dapat berupa *kompetisi*, *predasi*, *simbiosis*, maupun *antibiosis*. Kompetisi antar populasi dinamakan **kompetisi interspesifik**, yaitu bila kedua populasi menempati niche yang sama pada habitat yang sama. Misalnya, rumput ilalang dengan tanaman jagung di lahan petani. Interaksi mereka dapat menyebabkan terusirnya populasi tertentu, migrasi, adaptasi, dan kematian sehingga mempengaruhi kepadatan populasi pada suatu tempat.

Berikut ini akan kita kaji bentuk-bentuk interaksi dalam ekosistem lainnya yang meliputi *rantai makanan*, *piramida ekologi*, *aliran energi*, dan *daur materi*.

1. Rantai makanan

Kelangsungan hidup organisme membutuhkan energi dari bahan organik yang dimakan. Bahan organik yang mengandung energi dan unsur-unsur kimia ditransfer dari satu organisme ke organisme lain berlangsung melalui interaksi makan dan dimakan. Peristiwa makan dan dimakan antar organisme dalam suatu ekosistem membentuk struktur trofik yang bertingkat-tingkat.

Setiap tingkat trofik merupakan kumpulan berbagai organisme dengan sumber makanan tertentu. Tingkat trofik pertama adalah kelompok organisme autotrop yang disebut **produsen**. Organisme autotrop adalah organisme yang dapat membuat bahan organik sendiri dari bahan anorganik dengan bantuan sumber energi. Bila dapat menggunakan energi cahaya seperti cahaya, matahari disebut **fotoautotrop**, contohnya tumbuhan hijau dan fitoplankton. Apabila menggunakan bantuan energi dari reaksi-reaksi kimia disebut **kemoautotrop**, misalnya, bakteri sulfur, bakteri nitrit, dan bakteri nitrat.

Tingkat trofik kedua ditempati oleh berbagai organisme yang tidak dapat menyusun bahan organik sendiri yang disebut *organisme heterotrop*. Organisme heterotrop ini hanya menggunakan zat organik dari organisme lain sehingga disebut juga konsumen. Pembagian konsumen adalah sebagai berikut.

a. Konsumen Primer

Organisme pemakan produsen atau dinamakan *herbivora* yang menempati tingkat trofik kedua.

b. Konsumen Sekunder

Organisme pemakan herbivora yang dinamakan karnivora kecil yang menempati tingkat trofik ketiga.

c. Konsumen Tersier

Organisme pemakan konsumen sekunder yang dinamakan karnivora besar yang menempati tingkat trofik keempat.

Dalam suatu ekosistem tidak selamanya memiliki tingkat trofik yang sama karena tergantung dari keanekaragaman pada suatu tempat. Namun, biasanya terdiri dari empat sampai lima tingkat trofik. Jalur makan dan dimakan dari organisme pada suatu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya yang membentuk urutan dan arah tertentu disebut **rantai makanan**.

Berdasarkan macam trofik pertamanya (produsen), rantai makanan dibedakan menjadi rantai makanan perumput dan rantai makanan detritus.

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: mendefinisikan rantai makanan perumput dan detritus.

Perhatikan bagan berikut yang menunjukkan perbandingan rantai makanan perumput dan detritus. Catat perbedaannya! Dan susunlah definisi keduanya! Kemudian buatlah 2 contoh sejenis yang kamu temukan di sekitar tempat tinggalmu.

A. Rantai makanan perumput

Tumbuhan hijau produsen



Herbivora



Herbivora

Contoh:

Rumput → Belalang → Burung pemakan serangga → Ular → Burung elang

B. Rantai makanan detritus

Detritus



Detritivora



Karnivora

Contoh:

Bangkai hewan → Belatung → Katak → Ular tanah

Di dalam suatu ekosistem umumnya tidak hanya terdiri dari suatu rantai makanan saja, tetapi lebih banyak dan kompleks. Setiap organisme mungkin mengambil makanan dari berbagai organisme

dari trofik di bawahnya dalam rantai makanan yang sama atau rantai makanan yang lain. Misalnya, organisme pemakan segala (omnivora) dapat memakan produsen dan konsumen dari berbagai tingkat trofik. Dengan demikian, di dalam suatu ekosistem hubungan makan dan dimakan saling berkaitan dan bercabang sehingga membentuk jaring-jaring makanan.

Aktivitas Sains

Tugas individu

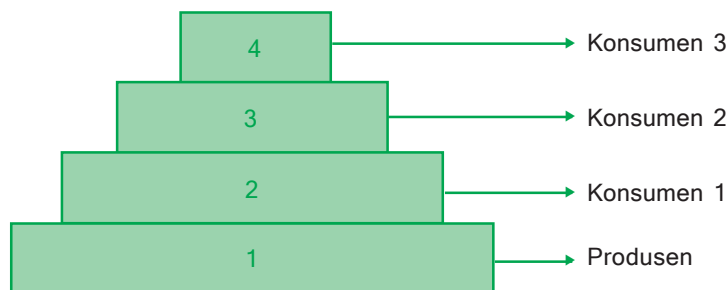
Tujuan: mendeskripsikan jaring-jaring makanan dan contohnya.

1. Buatlah rumuskan definisi jaring-jaring makanan!
2. Susunlah satu jaring-jaring makanan yang terdiri dari 10 jenis organisme, dan tentukan jumlah rantai makanan yang menyusun!

2. Piramida ekologi

Struktur trofik dapat disusun secara urut sesuai hubungan makan dan dimakan antar trofik yang secara umum memperlihatkan bentuk kerucut atau piramid. Gambaran susunan antar trofik dapat disusun berdasarkan kepadatan populasi, berat kering, maupun kemampuan menyimpan energi pada tiap trofik yang disebut *piramida ekologi*. Piramida ekologi ini berfungsi untuk menunjukkan gambaran perbandingan antar trofik pada suatu ekosistem. Pada tingkat pertama ditempati produsen sebagai dasar dari piramida ekologi, selanjutnya konsumen primer, sekunder, tersier sampai konsumen puncak.

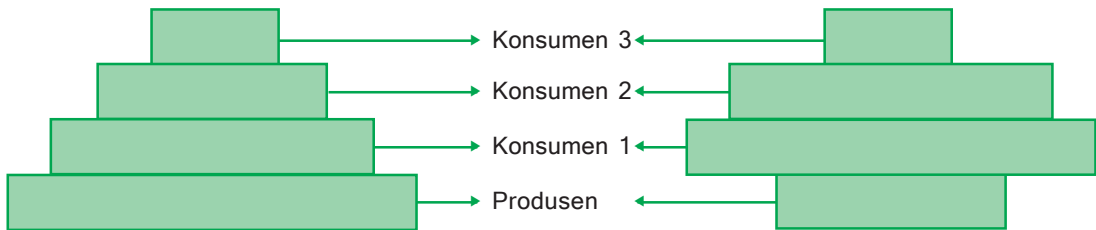
Dikenal ada tiga macam piramida ekologi antara lain piramida jumlah, piramida biomassa dan piramida energi. Gambaran ideal suatu piramida ekologi adalah sebagai berikut.



a. Piramida jumlah

Penentuan piramida jumlah didasarkan pada jumlah organisme yang terdapat pada satuan luas tertentu atau kepadatan populasi

antar trofiknya dan mengelompokan sesuai dengan tingkat trofiknya. Perbandingan populasi antar trofik umumnya menunjukkan jumlah populasi produsen lebih besar dari populasi konsumen primer lebih besar dari populasi konsumen skunder lebih besar dari populasi konsumen tersier. Ada kalanya tidak dapat menggambarkan kondisi sebagaimana piramida ekologi. Misalnya, pada sebuah pohon asam tinggal jutaan semut, puluhan kupu-kupu, ratusan lebah, dan sekelompok burung pemakan serangga. Perhatikan gambar piramida jumlah berikut ini!



Aktivitas Sains

Tugas diskusi

Jelaskan dan kemukakan perbedaan antara Piramida Jumlah (1) dan (2). Carilah contoh kasus yang berhubungan dengan piramida ini. (3) Gunakan literatur yang sesuai.

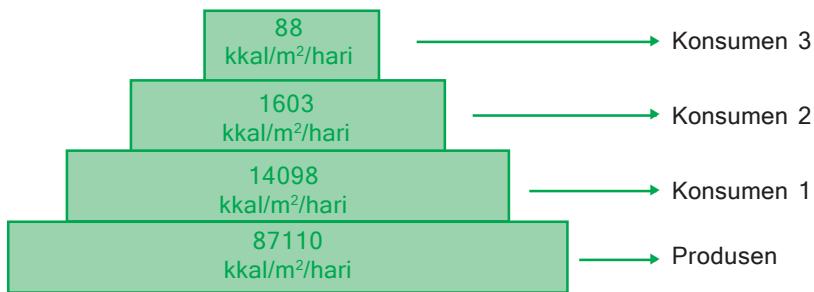
b. Piramida biomassa

Piramida biomassa dibuat berdasarkan pada massa (berat) kering organisme dari tiap tingkat trofik persatuan luas areal tertentu. Secara umum perbandingan berat kering menunjukkan adanya penurunan biomassa pada tiap tingkat trofik. Perbandingan biomassa antar trofik belum dapat menggambarkan kondisi sebagaimana piramida ekologi.

c. Piramida energi

Dasar penentuan piramida energi adalah dengan cara menghitung jumlah energi tiap satuan luas yang masuk ke tingkat trofik dalam waktu tertentu, (misalnya per jam, per hari, per tahun). Piramida energi dapat memberikan gambaran lebih akurat tentang kecepatan aliran energi dalam ekosistem atau produktivitas pada tingkat trofik. Kandungan energi tiap trofik sangat ditentukan oleh tingkat trofiknya sehingga bentuk grafiknya sesuai dengan piramida ekologi yang sesungguhnya di lingkungan. Energi yang mampu disimpan oleh individu tiap trofik dinyatakan dalam $k \text{ kal/m}^2/\text{hari}$.

Lihat diagram piramida energi di bawah ini!



Ingatlah

Interaksi komponen ekosistem membentuk trofik yang menyatakan perpindahan zat dan mengalirnya energi melalui hubungan makan dan dimakan. Struktur trofik dan fungsinya dapat digambarkan sebagai grafik dengan menggunakan piramida ekologi. Piramida ekologi ada tiga macam, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi.

Pada piramida energi tampak jelas adanya penurunan jumlah energi secara bertahap dari trofik terendah ke trofik di atasnya. Penurunan ini disebabkan oleh hal-hal berikut.

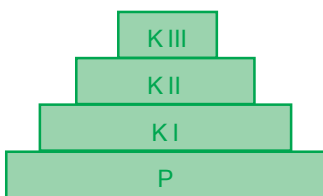
- 1) Hanya sejumlah makanan tertentu yang dapat dimakan oleh organisme trofik di atasnya.
- 2) Beberapa bahan makanan yang sulit dicerna dibuang dalam keadaan masih mengandung energi kimia.
- 3) Hanya sebagian energi kimia dalam bahan makanan yang dapat disimpan dalam sel dan sebagian lainnya untuk melakukan aktivitas hidup.

Selain itu bentuk piramida energi jika dibandingkan pada suatu tempat dengan tempat lain, dapat diketahui efisiensi produktivitas pada kedua tempat itu.

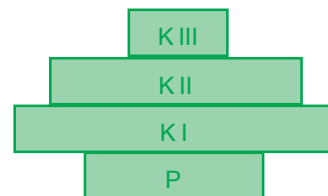
Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: mendefinisikan piramida ekologi, dan menentukan jenis piramida yang dapat menggambarkan kondisi piramida ekologi ideal.



(a)



(b)

Perhatikan kedua piramida di atas:

1. Manakah antara (a) dan (b) yang mempunyai efisiensi produktivitas yang lebih tinggi? Apa alasannya!
2. Mengapa piramida jumlah dan piramida biomassa dapat terbalik, sedangkan piramida energi tidak mungkin terbalik?
3. Buatlah definisi piramida ekologi dan deskripsikan keuntungan dari piramida energi?

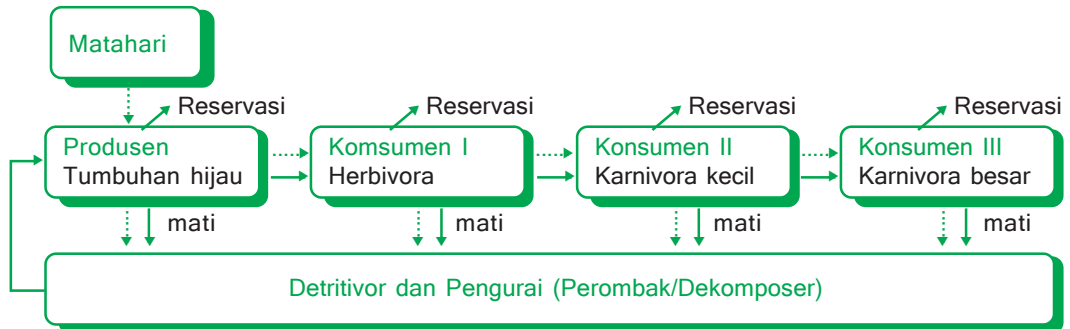
3. Arus energi dan daur materi

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: mendeskripsikan arus energi dan daur materi dalam ekosistem.

Perhatikan arus energi dan daur materi berikut ini!



Keterangan :

----- : Daur materi

→ : Arus energi

Semua organisme dalam ekosistem terikat oleh hubungan energi dan makanan

1. Jelaskan proses arus energi dan daur materi yang terdapat pada skema di atas!
2. Apakah yang menjadi sumber energi utama? Bagaimanakah tumbuhan dan hewan-hewan dapat memperoleh energi untuk kebutuhan hidupnya?

Info Biologi

Pada tahun 1818-1889 **James Joule** berhasil membuktikan bahwa energi ternyata tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah menjadi bentuk lain. Pernyataannya tentang perubahan energi ini dikenal dengan **Hukum Kekekalan Energi**. Untuk mengenang prestasinya itu namanya digunakan dalam satuan energi, yaitu **Joule**.

Dari aktivitas di atas kamu dapat melihat adanya perpindahan energi pada sebuah rantai makanan. Pada proses perpindahan selalu terjadi pengurangan jumlah energi setiap melalui tingkat trofik makan-memakan. Energi dapat berubah menjadi bentuk lain, seperti energi kimia, energi mekanik, energi listrik, dan energi panas. Perubahan bentuk energi menjadi bentuk lain ini dinamakan transformasi energi.

Sumber energi utama bagi kehidupan adalah cahaya matahari. Energi cahaya matahari masuk ke dalam komponen biotik melalui produsen (organisme fotoautotropik) yang diubah menjadi energi kimia tersimpan di dalam senyawa organik. Energi kimia mengalir dari produsen ke konsumen dari berbagai tingkat tropik melalui jalur rantai makanan. Energi kimia tersebut digunakan organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan. Kemampuan organisme-organisme dalam ekosistem untuk menerima dan menyimpan energi dinamakan **produktivitas ekosistem**. Produktivitas ekosistem terdiri dari *produktivitas primer* dan *produktivitas sekunder*.

a. Produktivitas primer

Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrop sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. Hanya sebagian kecil energi cahaya yang dapat diserap oleh produsen. Produktivitas primer berbeda pada setiap ekosistem, yang terbesar ada pada ekosistem hutan hujan tropis dan ekosistem hutan bakau.

Seluruh bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis pada organisme fotoautotrop disebut **produktivitas primer kotor (PPK)**. Lebih kurang 20% dari PPK digunakan oleh organisme fotoautotrop untuk respirasi, tumbuh dan berkembang. Sisa PPK yang baru disimpan dikenal sebagai **produktivitas primer bersih (PPB)**. Biomassa organisme autotrop (produsen) diperkirakan mencapai 50%-90% dari seluruh bahan organik hasil fotosintesis. Hal ini menunjukkan simpanan energi kimia yang dapat ditransfer ke trofik selanjutnya melalui hubungan makan dimakan dalam ekosistem.

Ingatlah

Peristiwa perpindahan energi melalui jalur makan dimakan dari organisme dengan membentuk urutan dan arah tertentu, disebut rantai makanan. Rantai makanan berdasarkan trofik pertamanya dibedakan menjadi dua tipe, yaitu rantai makanan perumput dan detritus.

b. Produktivitas sekunder

Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya. Energi kimia dalam bahan organik yang berpindah dari produsen ke organisme heterotrop (konsumen primer) dipergunakan untuk aktivitas hidup dan hanya sebagian yang dapat diubah menjadi energi kimia yang tersimpan di dalam tubuhnya sebagai produktivitas bersih.

Demikian juga perpindahan energi ke konsumen sekunder dan tersier akan selalu menjadi berkurang. Perbandingan produktivitas bersih antara trofik dengan trofik-trofik di atasnya dinamakan **efisiensi ekologi**. Diperkirakan hanya sekitar 10% energi yang dapat ditransfer sebagai biomassa dari trofik sebelumnya ke trofik berikutnya.

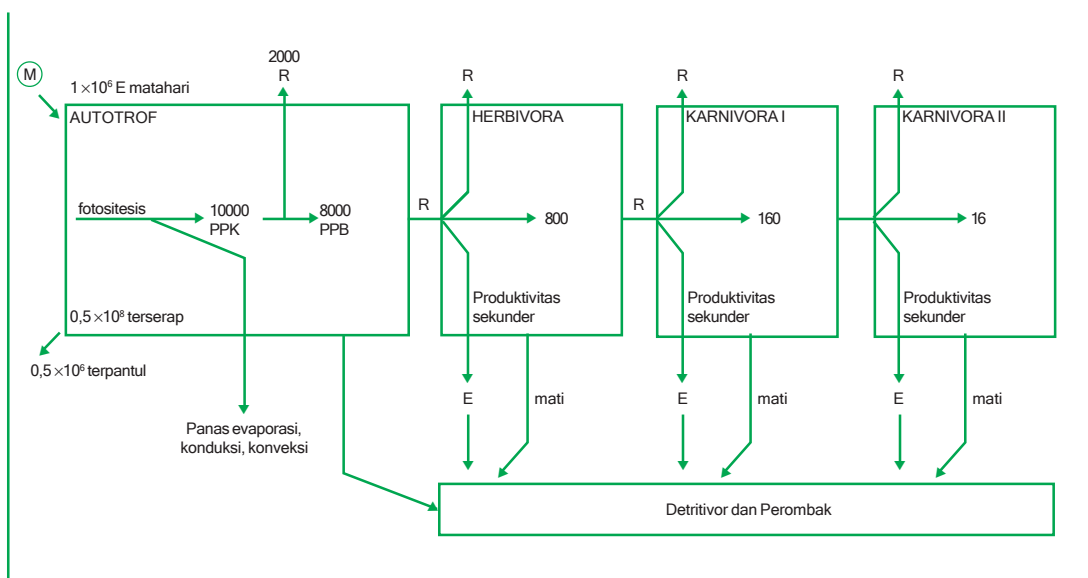
Aktivitas Sains

Tugas diskusi

Tujuan: mendeskripsikan skema produktivitas ekosistem.

Kerjakanlah secara berkelompok (2 orang).

1. Buatlah rumus PPK, PPB, R, PSB pada konsumen primer, sekunder, dan tersier! Apakah yang dapat kamu simpulkan ?
2. Gunakan informasi dari berbagai sumber yang sesuai!
3. Cermati skema produktivitas ekosistem di bawah ini!



4. Daur biogeokimia

Ingatlah

Produktivitas primer merupakan kecepatan produsen mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bahan organik. Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dalam bahan organik (makanan) menjadi energi kimia baru.

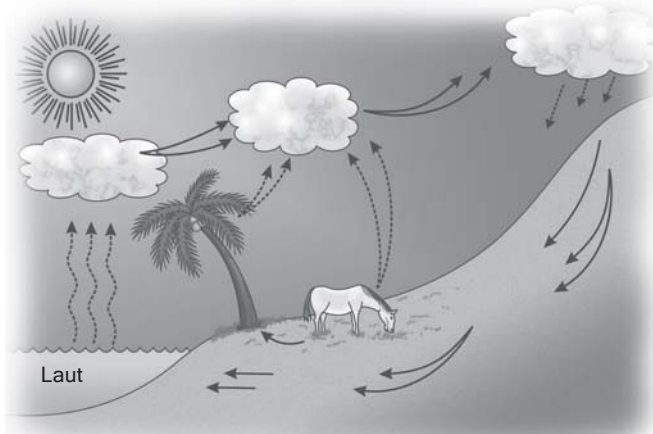
Berbeda dengan energi, materi kimia yang berupa unsur-unsur penyusun bahan organik dalam ekosistem, berpindah ke trofik-trofik rantai makanan tanpa mengalami pengurangan, melainkan berpindah kembali ke tempat semula. Unsur-unsur tersebut masuk ke dalam komponen biotik melalui udara, tanah atau air. Perpindahan unsur kimia dalam ekosistem melalui daur ulang yang melibatkan komponen biotik dan abiotik ini dikenal dengan sebutan daur biogeokimia.

Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara komponen biotik dengan abiotik dalam suatu ekosistem. Daur biokimia meliputi : daur air, daur sulfur, daur pospor, daur nitrogen, daur karbon dan daur oksigen.

a. Daur air

Semua organisme hidup memerlukan air untuk melakukan aktivitas hidupnya. Oleh karena itu, ketersediaan air di lingkungan sangat mutlak bagi organisme hidup. Hewan mengambil air, langsung dari air permukaan, tumbuhan dan hewan yang dimakan, sedangkan tumbuhan mengambil air dari air tanah dengan menggunakan akarnya. Manusia menggunakan sekitar seperempat air tanah yang ada di daratan. Air keluar dari hewan dan manusia berupa urin dan keringat, sedangkan pada tumbuhan melalui proses transpirasi.

Tujuan: mendeskripsikan daur air dalam ekosistem.

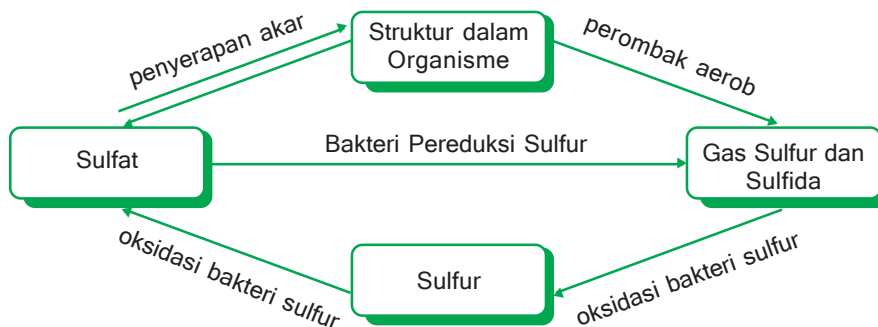


Sumber: koleksi penerbit 2006

Deskripsikan jalur daur air pada ekosistem berdasarkan skema di atas!

b. Daur sulfur (Belerang)

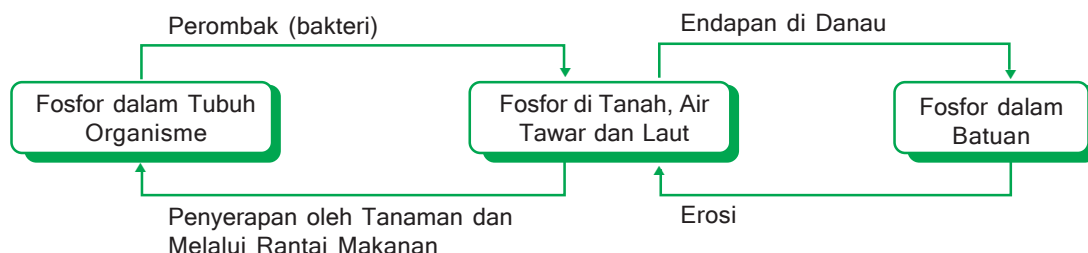
Sulfur merupakan bahan penting untuk pembuatan semua protein dan banyak terdapat di kerak bumi. Tumbuhan mengambil sulfur dalam bentuk dari tanah, sedangkan hewan dan manusia mendapatkannya dari tumbuhan yang mereka makan. Perhatikan skema daur sulfur di bawah ini.



c. Daur fosfor

Fosfor merupakan unsur kimia yang jarang terdapat di alam dan merupakan faktor pembatas produktivitas ekosistem, serta merupakan unsur yang penting untuk pembentukan asam nukleat, protein, ATP dan senyawa organik vital lainnya. Fosfor satu-satunya daur zat yang tidak berupa gas, sehingga daurnya tidak melalui udara. Sebagian besar fosfor mengalir ke laut dan terikat pada endapan di

perairan atau dasar laut. Begitu sampai di laut hanya ada dua mekanisme untuk daur ulangnya ke ekosistem darat, salah satunya melalui burung-burung laut yang mengambil fosfor melalui rantai makanan laut dan mengembalikan ke darat melalui kotorannya kemudian masuk ke rantai makanan. Perhatikan skema daur fosfor di bawah ini.



d. Daur nitrogen

Semua organisme memerlukan unsur nitrogen untuk pembentukan protein dan berbagai molekul organik esensial lainnya. Unsur nitrogen sebagian besar terdapat di atmosfer dalam bentuk gas nitrogen (N_2) dan kadarnya 78% dari semua gas di atmosfer.

Gas nitrogen ini di atmosfer masuk ke dalam tanah melalui **fiksasi nitrogen** oleh bakteri (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Clostridium*), alga biru (*Anabaena*, *Nostoc*) dan jamur (*Mycorhiza*) nitrogen yang masuk ke tanah melalui fiksasi diubah menjadi amonia (NH_3) oleh bakteri amonia. Proses penguraian nitrogen menjadi amonia disebut amonifikasi.

Nitrogen yang masuk ke tanah bersama kilat dan air hujan berupa ion nitrat (NO_3^-), sedangkan nitrogen yang ada di dalam tubuh tumbuhan dan akan hewan melalui proses mineralisasi oleh bakteri pengurai menjadi amonia.

Amonia yang dihasilkan melalui proses amonifikasi dan mineralisasi oleh bakteri nitrit (*nitrosomonas* dan *nitrosococcus*) dirombak menjadi ion nitrit (NO_2^-), selanjutnya ion nitrit dirombak bakteri nitrat (*nitrobacter*) menjadi ion nitrat (NO_3^-). Perombakan amonia menjadi ion nitrit, ion nitrit menjadi ion nitrat disebut nitrifikasi.

Tumbuhan umumnya menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat, sedangkan hewan mengambil nitrogen dalam bentuk senyawa organik (protein) yang terkandung pada tumbuhan dan hewan yang dimakan.

Sebagian ion nitrat dirombak oleh bakteri denitrifikasi (*Thiobacillus denitrificans*, *Pseudomonas denitrificans*) menjadi nitrogen. Nitrogen yang dihasilkan akan kembali ke atmosfer. Proses penguraian ion nitrat menjadi nitrogen disebut denitrifikasi.

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: membuat skema daur ulang nitrogen.

Buatlah skema daur ulang nitrogen berdasarkan bacaan diatas?

e. Daur karbon dan oksigen

Unsur karbon di atmosfer dalam bentuk gas karbon dioksida (CO_2), sedangkan unsur oksigen dalam bentuk gas oksigen (O_2). Konsentrasi (CO_2) di atmosfer diperkirakan 0,03%. Karbon dioksida masuk ke dalam komponen biotik melalui organisme fotoautotrop (tumbuhan hijau) dan kemoautotrop (bakteri kemoautotrop) dalam proses fotosintesis dan kemosintesis. Karbon kemudian tersimpan sebagai zat organik dan berpindah melalui rantai makanan, respirasi dan ekskresi ke lingkungan. Sedangkan, oksigen (O_2) masuk ke komponen biotik melalui proses respirasi untuk membakar bahan makanan, lalu dihasilkan karbon dioksida (CO_2). Daur karbon berkaitan erat dengan daur oksigen di alam kita ini.



Sumber: brawijaya.ac.id

■ Gambar 9.1

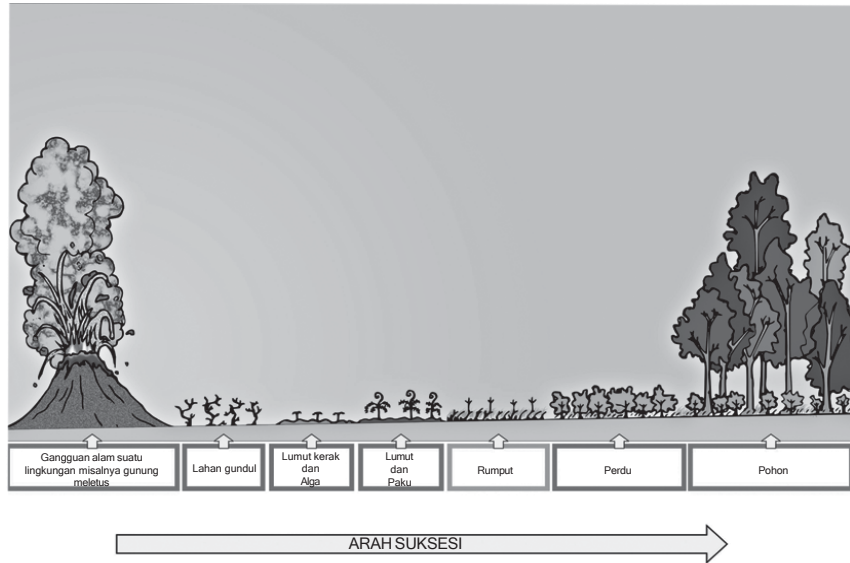
Skema blok siklus karbon dan oksigen yang melibatkan organisme, tanah, air dan udara.

5. Suksesi ekosistem

Suatu komunitas berkembang secara bertahap dari komunitas pioner yang sederhana sampai komunitas klimaks yang seimbang. Pada proses perkembangan komunitas terjadi pergantian beberapa spesies oleh spesies lainnya dalam kurun waktu tertentu agar tercapai pertumbuhan yang stabil, peristiwa ini disebut suksesi. Komunitas terakhir dan stabil yang mencapai keseimbangan dengan lingkungannya disebut **komunitas klimaks**.

Menurut tipe proses terbentuknya suksesi dibedakan menjadi *tipe serial* dan *tipe siklis*. Perhatikan contoh skema berikut!

- a. *Tipe Serial* terjadi pada bekas muntahan letusan gunung prosesnya adalah sebagai berikut.

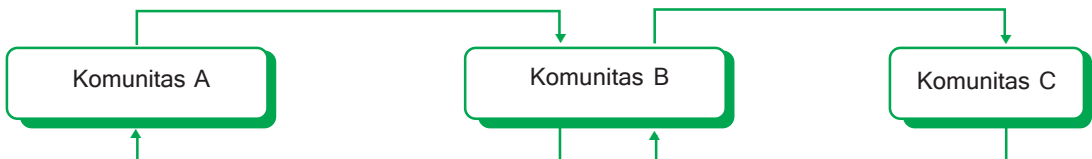


■ **Gambar 9.2**

Proses suksesi di alam

Diadaptasi dari Eugene P. Odum, 1993

- b. *Tipe siklis* ditemukan pada daerah-daerah yang mengalami perubahan lingkungan secara periodik, seperti daerah pantai karena adanya pasang surut secara periodik. Prosesnya adalah sebagai berikut.

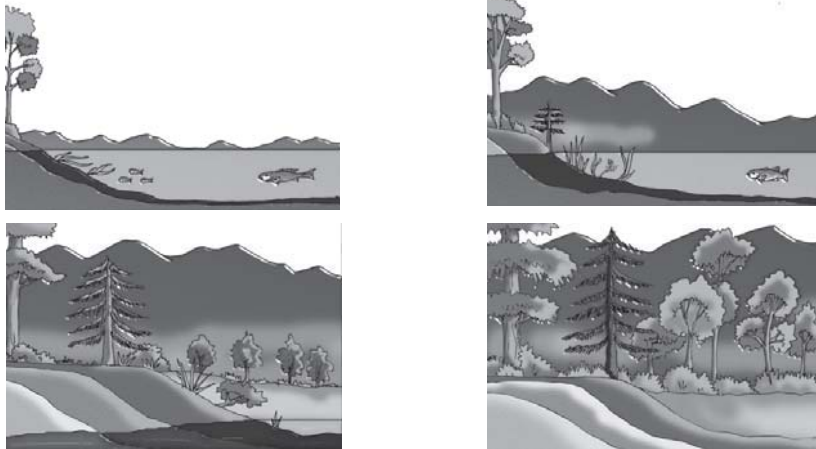


Menurut macamnya suksesi dibedakan menjadi suksesi primer dan suksesi sekunder.

- a. *Suksesi primer* terjadi bila kerusakan pada komunitas mengakibatkan komunitas awal lenyap total dan terbentuk komunitas baru yang berbeda dengan sebelumnya. Contohnya suksesi yang terjadi setelah Gunung Krakatau meletus pada tahun 1883.
- b. *Suksesi sekunder* terjadi bila komunitas alami hanya rusak sebagian dan masih meninggalkan sisa kehidupan sebelumnya, kemudian berkembang menjadi komunitas klimaks seperti awalnya. Contohnya suksesi areal hutan setelah penebangan hutan, kebakaran hutan, dan penebangan hutan secara liar.

Tujuan: mendeskripsikan proses suksesi suatu komunitas.

Jelaskan proses terbentuknya komunitas klimaks yang terjadi di rawa dengan memberi keterangan gambar (a, b, c, d). Termasuk suksesi manakah? Lengkapi dengan alasannya. Gunakan literatur dari berbagai sumber!



■ Gambar 9.3

Skema komunitas klimaks pada ekosistem rawa.

Sumber: koleksi penerbit 2006

C. Tipe-Tipe Ekosistem

Hubungan antara komunitas dengan lingkungannya akan membentuk suatu ekosistem. Ekosistem merupakan sistem yang dinamis karena komunitas senantiasa berubah dan beradaptasi sebagai tanggapan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Beberapa tipe ekosistem yang terdapat di permukaan bumi antara lain ekosistem darat, ekosistem perairan dan ekosistem buatan. Tipe ekosistem ini ditentukan oleh faktor biotik tertentu yang berada pada lingkungan abiotik tertentu.

1. Kelompok ekosistem perairan (akuatik)

Ekosistem perairan terdiri dari ekosistem air tawar dan ekosistem laut. Ekosistem air tawar contohnya meliputi kolam, sungai, danau, rawa, rawa gambut. Sedangkan, ekosistem laut misalnya hutan bakau, rawa payau, estuari, pantai berpasir, pantai berbatu, laut dangkal dan laut dalam.

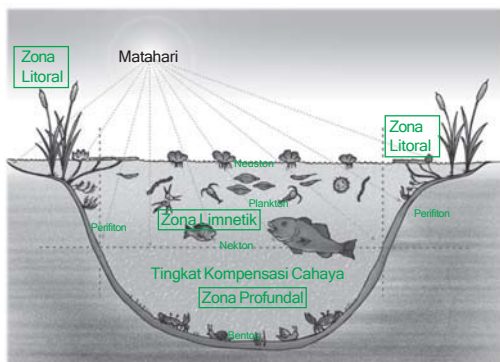
Berdasarkan cara hidup organisme pada ekosistem perairan dibedakan menjadi lima, antara lain sebagai berikut.

- a. **Bentos**, yaitu organisme yang hidupnya merangkak di dasar perairan, misalnya ketam dan cacing air.
- b. **Nekton**, yaitu organisme yang hidupnya bebas berenang secara aktif bergerak kesana kemari, misalnya ikan.
- c. **Neuston**, yaitu organisme yang hidupnya di permukaan perairan, misalnya eceng gondok, kiambang, dan laba-laba air.
- d. **Plankton**, yaitu organisme yang hidupnya melayang-layang mengikuti arus air bergantung intensitas cahaya, misalnya alga.
- e. **Perifiton**, yaitu organisme yang hidupnya menempel pada benda-benda yang ada di lingkungan air, misalnya lumut dan alga.

a. **Ekosistem air tawar**

Ekosistem air tawar umumnya memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- 1) Salinitas (kadar garam) rendah, umumnya lebih rendah daripada kadar garam plasma sel organisme yang hidup di dalamnya.
- 2) Kondisi lingkungannya dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- 3) Variasi suhu antara permukaan dan dasar sangat rendah, relatif sama.
- 4) Penetrasi cahaya di perairan kurang.



Diadaptasi dari Eugene P. Odum, 1993

■ **Gambar 9.4**
Skema pembagian zona ekosistem air tawar

Secara fisik dan biologi, ekosistem air tawar merupakan perantara ekosistem darat dan ekosistem laut. Organisme laut yang pindah ke lingkungan air tawar, ada yang beradaptasi terhadap lingkungan payau, yaitu di muara sungai, ada yang sepanjang hidupnya pulang balik dari laut ke air tawar, ada pula yang menyesuaikan diri hidup di antara air tawar dan darat, yaitu pada daerah tepi sungai, kolam, dan tempat lembab.

Berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya ekosistem air tawar dikelompokkan menjadi *litoral*, *limnetik*, dan *profundal*. Perhatikan bagan berikut!

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: mendeskripsikan pembagian zona penetrasi cahaya pada ekosistem air tawar.

Deskripsikan pengertian zona litoral, limnetik dan profundal berdasarkan skema gambar di atas menurut persepsi yang kamu peroleh!

Berdasarkan aliran airnya, ekosistem dibedakan menjadi ekosistem lotik yang airnya mengalir, misalnya sungai. Dan ekosistem lentik yang airnya tidak mengalir misalnya, danau dan kolam.

Adaptasi organisme yang hidup di air tawar untuk mengatasi kadar garam yang lebih rendah adalah dengan mengeluarkan banyak urin, sedikit minum karena air diabsorpsi lewat kulit secara osmosis, dan garam mineral diabsorpsi melalui insang.

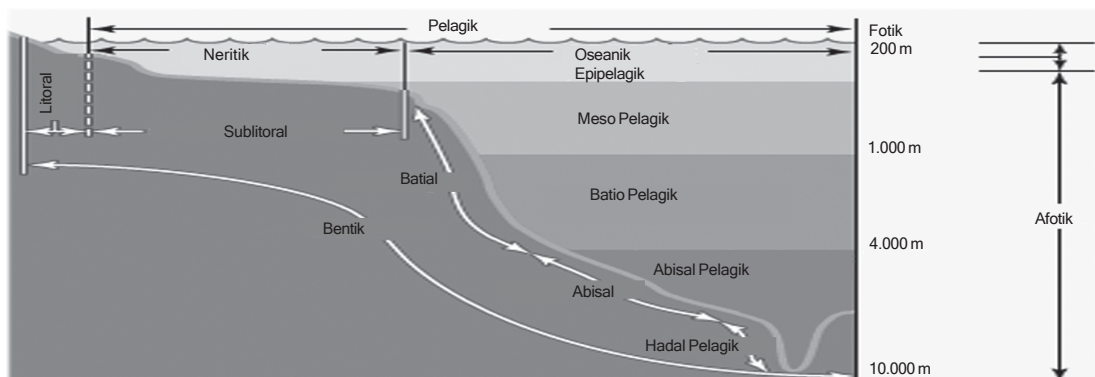
b. Ekosistem laut

Ekosistem air laut memiliki ciri-ciri umum sebagai berikut.

- 1) Memiliki salinitas tinggi, semakin mendekati khatulistiwa semakin tinggi.
- 2) NaCl mendominasi mineral ekosistem laut hingga mencapai 75%.
- 3) Iklim dan cuaca tidak terlalu berpengaruh pada ekosistem laut.
- 4) Memiliki variasi perbedaan suhu di permukaan dengan di kedalaman.

Laut merupakan wilayah yang sangat luas, lebih kurang dua pertiga dari permukaan bumi. Wilayah ekosistem laut sangat terbuka sehingga pengaruh cahaya matahari sangat besar. Daya tembus cahaya matahari ke laut terbatas, sehingga ekosistem laut terbagi menjadi dua daerah, yaitu daerah laut yang masih dapat ditembus cahaya matahari, disebut **daerah fotik**, daerah laut yang gelap gulita, disebut **daerah afotik**. Diantara keduanya terdapat daerah remang-remang cahaya yang disebut **daerah disfotik**.

Berdasarkan jarak dari pantai dan kedalamannya ekosistem laut dibedakan menjadi *zona litoral*, *neritik*, dan *oseanik*. Secara vertikal kedalaman dibedakan menjadi: *epipelagik*, *mesopelagik*, *batiopelagik*, *abisal pelagik*, dan *hadal pelagik*.



Gambar 9.5
Pembagian zona laut berdasarkan kedalaman

Diadaptasi dari Eugene P. Odum, 1993

1) Zona litoral (kelompok ekosistem pantai)

Ada beberapa macam zona litoral, antara lain sebagai berikut.

- a) *Ekosistem estuaria*, yaitu terdapat pada wilayah pertemuan antara sungai dan laut. Ciri estuari adalah berair payau dan vegetasi di dominasi oleh tumbuhan bakau. Berdasarkan salinitasnya estuaria dibedakan menjadi **oligohalin** yang berkadar garam rendah (0.5-3%), **mesohalin** berkadar garam sedang (3-17%), dan **polihalin** berkadar garam tinggi di atas 17%.
- b) *Ekosistem pantai pasir*, merupakan zona litoral yang terkena deburan ombak terus-menerus dan terpaan cahaya matahari selama 12 jam. Vegetasinya membentuk formasi *prescaprae* dan formasi *baringtonia*, sebagai suatu unit vegetasi yang terbentuk karena habitatnya dan diberi nama sesuai dengan nama vegetasi yang mendominasi. Pada formasi *prescaprae* didominasi oleh vegetasi *Ipomoea pescaprae*, tumbuhan lain yang hidup disini ialah *Vigna*, *Spinifex littorius* (rumput angin), *Crinum asiaticum* (bakung) dan *Euphorbia atoto*. Formasi *baringtonia* didominasi oleh vegetasi *Borringtonia*. Tumbuhan lain yang ada antara lain adalah *Callophyllum*, *Hernandia*, *Hibiscus tiliaceus*, *Terminalia* dan *Erythrina*. Hewan pada ekosistem pantai pasir kebanyakan hidup di dalam pasir, misalnya kepiting kecil.
- c) *Ekosistem pantai batu*, merupakan daerah pantai yang memiliki air jernih dan berbatu. Daerah ini banyak dihuni hewan coelenterata, moluska, krustase dan tumbuhannya adalah alga bersel tunggal, alga hijau, dan alga merah.

2) Zona laut dangkal (Neritik)

Neritik, yaitu zona yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai ke dasarnya. Di daerah ini plankton, nekton dan bentos dapat hidup dengan baik. Contoh zona laut dangkal adalah ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang hanya dapat tumbuh di dasar perairan yang jernih. Terumbu karang terbentuk dari kerangka Coelenterata. Organisme yang ada dari Alga, Porifera, Coelenterata, berbagai jenis ikan dan udang.

3) Zona oseanik

Merupakan wilayah ekosistem laut lepas yang kedalamannya tidak dapat ditembus cahaya matahari sampai ke dasar, sehingga bagian dasarnya paling gelap. Akibatnya bagian air dipermukaan tidak dapat bercampur dengan air dibawahnya, karena ada perbedaan suhu. Batas dari kedua lapisan air itu disebut daerah Termoklin, daerah ini banyak ikannya.

Tujuan: mendeskripsikan pembagian zona dalam ekosistem laut.

1. Bagaimanakah cara adaptasi organisme laut terhadap kadar garam yang tinggi?
2. Jelaskan yang kamu ketahui tentang zona ekosistem laut sesuai dengan skema gambar di atas!
3. Mengapa daerah termoklin banyak ikannya? Mengapa para nelayan tradisional mencari ikan laut pada malam hari?
4. Gunakan literatur yang sesuai dari berbagai sumber!

2. Ekosistem darat (Terrestrial)

Ekosistem darat yang memiliki tipe struktur vegetasi dominan dalam skala luas disebut bioma. Penyebaran bioma dipengaruhi oleh iklim, letak geografis, garis lintang dan ketinggian letak dari permukaan laut. Berdasarkan posisi geografis, iklim, garis lintang dan ketinggian letak dari permukaan laut bioma dibedakan antara lain sebagai berikut.

a. Bioma gurun

Bioma yang terletak dibelahan bumi sekitar 20° - 30° lintang utara dan lintang selatan atau di daerah tropika yang berbatasan dengan bioma padang rumput. Ciri-ciri bioma gurun antara lain sebagai berikut.

- Curah hujan rendah, yaitu 25 cm per tahun.
- Pancaran matahari sangat terik, penguapan tinggi, dan suhu siang hari dapat mencapai 40°C pada musim panas.
- Perbedaan suhu siang dan malam hari sangat besar.

Vegetasi di daerah gurun di dominasi oleh tanaman kaktus, sukulen, dan berbagai belukar akasia yang berduri. Hewan yang menghuni daerah gurun. Umumnya adalah serangga, hewan pengerat, ulat dan kadal. Contoh bioma gurun adalah Gurun Sahara di Afrika, Gurun Gobi di Asia, Gurun Anzo Borrega di Amerika.



■ Gambar 9.6
Bioma gurun

Sumber : Image Collections 2004

b. Bioma padang rumput

Bioma padang rumput terbentang dari daerah tropika sampai ke sub tropika. Ciri-ciri bioma padang rumput antara lain sebagai berikut.



Sumber : anselm.edu

■ Gambar 9.7
Bioma padang rumput

- 1) Curah hujan 25 - 50 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur.
- 2) Vegetasi yang mendominasi adalah rerumputan. Rumput yang hidup di bioma padang rumput yang relatif basah. Ukurannya bisa mencapai tiga meter, misalnya rumput *Bluestem* dan *Indian Grasses*. Rumput yang tumbuh di bioma padang rumput kering, ukurannya pendek-pendek, misalnya rumput *Grana* dan *Buffalo Grasses*.
- 3) Hewannya adalah *bison*, *Zebra*, *kanguru*, *singa*, *harimau*, *anjing liar*, *ular*, *rodentia*, *belalang* dan *burung*.

Contoh bioma padang rumput antara lain *Amerika Utara*, *Rusia*, *Afrika Selatan*, *Asia* dan *Indonesia (Sumbawa)*.

c. Bioma hutan gugur

Pada umumnya terdapat di sekitar wilayah subtropik yang mengalami pergantian musim panas dan dingin. Hutan gugur juga terdapat diberbagai pegunungan di daerah tropis.

Ciri-ciri bioma hutan gugur adalah sebagai berikut:



Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 9.8
Bioma hutan gugur

- 1) Curah hujan sedang, yaitu 75 -150 cm per tahun.
- 2) Mengalami 4 musim, yaitu musim panas, musim gugur, musim dingin dan musim semi.
- 3) Tumbuhannya mempunyai menggurkan daunnya pada musim gugur.
- 4) Vegetasinya adalah pohon *Maple*, *Oak*, *Beech*, dan *Elm*.
- 5) Hewan yang menghuni pada umumnya adalah *Rusa*, *Beruang*, *Raccon*, *Rubah*, *Bajing*, dan *Burung Pelatuk*.

Contoh bioma hutan gugur adalah *Kanada*, *Amerika*, *Eropa* dan *Asia*.

d. Hutan hujan tropis

Bioma ini terdapat di wilayah khatulistiwa dengan temperatur yang tinggi sekitar 25°C. Ciri-ciri hutan hujan tropis antara lain sebagai berikut.

- 1) Curah hujan bioma hutan hujan tropis cukup tinggi, yaitu sekitar 200-225 cm per tahun.
- 2) Tumbuhannya tinggi dan rimbun membentuk tudung yang menyebabkan dasar hutan menjadi gelap dan basah.
- 3) Tumbuhan khas, ialah liana dan epifit. Contoh liana adalah rotan sedangkan epifit adalah anggrek.
- 4) Vegetasinya didominasi oleh tumbuhan yang aktif melakukan fotosintesis, misalnya jati, meranti, konifer, dan keruing.
- 5) Hewannya didominasi oleh aneka kera, babi hutan, burung, kucing hutan, bajing dan harimau.



Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 9.9
Bioma hutan hujan tropis

Contoh bioma hutan hujan tropisnya adalah hutan di Indonesia, Malaysia, Filipina, Papua, dan Brasil.

e. Bioma taiga

Bioma ini terdapat di wilayah utara hutan gugur subtropis dan pegunungan tropis. Ciri-ciri bioma taiga adalah sebagai berikut.

- 1) Curah hujan sekitar 35 cm per tahun.
- 2) Bioma yang biasanya hanya terdiri dari satu spesies pohon, yaitu konifer (pinus).
- 3) Masa pertumbuhan flora pada musim panas antara 3 sampai 6 bulan.
- 4) Suhu di musim dingin sangat rendah, dan mengalami musim dingin yang panjang.
- 5) Vegetasinya Spruce (Picca), Alder (Alaus), Birch (Berula) dan Juniper (Juniperus).
- 6) Hewannya antara lain moose, beruang hitam, serigala dan marten.



Sumber : Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 9.10
Bioma taiga

Contoh bioma taiga terdapat di Amerika Utara dan dataran tinggi diberbagai wilayah.

f Bioma tundra

Bioma ini terdapat di belahan bumi utara di dalam lingkaran kutub utara yang disebut Tundra artik dan di puncak gunung disebut Tundra alpin. Ciri-ciri bioma tundra adalah sebagai berikut.



■ Gambar 9.11
Bioma tundra

Sumber : Microsoft Encarta 2006

- 1) Curah hujan sekitar 10 cm per tahun.
- 2) Iklimnya iklim kutub dengan musim dingin yang panjang dan gelap serta musim panas yang panjang dan terang terus menerus.
- 3) Tidak ada pohon yang tinggi, walaupun ada terlihat tebal seperti semak.
- 4) Tumbuhan semusim biasanya berbunga dengan warna yang mencolok dalam masa pertumbuhan yang pendek.
- 5) Vegetasinya Spaghnum, lumut kerak, dan perdu
- 6) Hewannya Muskox, rusa kutub, kelinci, serigala, rusa dan domba.

3. Ekosistem buatan

Ekosistem buatan merupakan ekosistem yang diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya.

Ingatlah

Komunitas beserta lingkungan abiotiknya membentuk suatu ekosistem, secara umum ada tiga tipe ekosistem, yaitu ekosistem darat (teristrial), ekosistem air (akuatik) dan ekosistem buatan.

a. Bendungan

Suatu ekosistem buatan yang berupa bangunan penahan atau penimbun air untuk berbagai keperluan, misalnya irigasi, pembangkit listrik.

b. Hutan tanaman industri

Hutan yang sengaja ditanami dengan jenis tanaman industri. Jenis tanaman yang umum ditanam adalah jati, pinus, mahoni, rasamala, dan damar.

c. Agroekosistem

Suatu ekosistem buatan berupa ekosistem pertanian, misalnya sawah irigasi, sawah tadah hujan, sawah surjan, sawah rawa, sawah pasang surut, perkebunan (teh, kopi kelapa sawit, dan karet), kolam tambak, ladang, dan pekarangan.

Rangkuman

1. Komponen lingkungan terdiri dari faktor biotik (tumbuhan, hewan, manusia, dan mikroorganisme) dan faktor abiotik (tanah, air, udara, suhu)
2. Tumbuhan berperan sebagai produsen, manusia sebagai konsumen, mikroorganisme sebagai pengurai
3. Keseimbangan lingkungan akan stabil dan akan tetap terjaga apabila jumlah individu produsen lebih besar daripada jumlah konsumen I, demikian juga jumlah konsumen I harus lebih besar dari jumlah konsumen II, dan seterusnya jumlah konsumen II harus lebih besar dari jumlah konsumen III. Dan jika faktor biotik dan abiotik mengalami perubahan akan mengakibatkan keseimbangan lingkungan menjadi terganggu

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Kelompok komponen abiotik yang merupakan pembatas kehidupan bagi tumbuhan adalah
 - a. suhu, cahaya, dan air
 - b. predator, angin, dan udara
 - c. air, kelembapan, dan jasad renik
 - d. tanah, salinitas, dan populasi
 - e. cahaya, kelembapan, dan predator
2. Berikut ini yang tidak termasuk komponen komunitas, adalah
 - a. hewan
 - b. tumbuhan
 - c. tanah
 - d. mikroorganisme
 - e. dekomposer
3. Menurut niche-nya organisme yang berperan dalam mengembalikan unsur hara ke lingkungan abiotik adalah
 - a. produsen dan detritivor
 - b. produsen dan konsumen
 - c. konsumen dan dekomposer
 - d. detritivor dan dekomposer
 - e. dekomposer dan produsen
4. Intensitas kompetisi antar organisme yang paling tinggi terjadi pada
 - a. biosfer
 - b. bioma
 - c. ekosistem
 - d. komunitas
 - e. populasi

5. Kompetisi dua spesies organisme yang memiliki niche yang sama pada suatu habitat yang sama umumnya akan menghasilkan
- pembagian niche ekologi tersebut secara merata
 - interhibridisasi diantara individu dari kedua species tersebut
 - salah satu spesies akan menguasai seluruh niche ekologi tersebut
 - salah satu spesies akan beradaptasi menjadi niche yang berbeda
 - kedua spesies akan meninggalkan niche ekologi tersebut
6. Dua organisme yang menempati wilayah yang sama dapat dikatakan sebagai satu spesies apabila
- memiliki cara perkembangbiakan yang sama
 - memiliki bentuk tubuh dan organ tubuh yang bersesuaian
 - dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan yang steril
 - memiliki jenis makanan dan cara makan yang tidak jauh beda
 - dapat saling kawin dan dapat menghasilkan keturunan yang fertil (subur)
7. Salah satu ciri terbentuknya suatu komunitas klimaks adalah
- terjadinya kompetisi
 - terbentuknya modifikasi
 - meningkatkan predator
 - terjadinya homeostatis
 - tidak adanya persaingan lagi
8. Minyak bumi dan batu bara yang terdapat di perut bumi kita merupakan sumber daya alam yang terbentuk melalui siklus
- air
 - karbon
 - fosfor
 - oksigen
 - nitrogen
9. Jika suatu komunitas mendapat gangguan yang berakibat komunitas semula tidak tersisa lagi dan mulai terjadi kehidupan dengan individu perintis membentuk komunitas baru. Hal ini merupakan contoh dari
- suksesi
 - suksesi primer
 - komunitasi
 - suksesi sekunder
 - sosialisasi
10. Ciri suatu rantai makanan dalam suatu ekosistem adalah adanya
- aliran energi dari produsen sampai ke konsumen
 - siklus energi secara tetap dalam suatu ekosistem
 - aliran energi dan siklus zat secara bersinambungan
 - sumber energi yang selalu berasal dari cahaya matahari
 - aliran energi yang berpindah dari konsumen ke produsen
11. Organisme yang biasanya hidup pada zona limnetik ekosistem air tawar meliputi
- plankton, nekton, bentos
 - neuston, perifiton, bentos
 - neuston, nekton, plankton
 - nekton, perifiton, bentos
 - nekton, neuston, bentos

12. Pada daerah terdapat kelompok organisme berikut :
- | | |
|-------------|----------------------|
| 1). Tikus | 4). Kucing |
| 2). Padi | 5). Bakteri saprofit |
| 3). Harimau | 6). Matahari |
- Urutan perpindahan energi yang tepat adalah
- | | |
|----------------|----------------|
| a. 2-1-6-4-5-3 | d. 6-2-1-4-3-5 |
| b. 1-3-4-2-5-6 | e. 6-2-3-4-5-1 |
| c. 5-1-4-3-2-6 | |
13. Yang menyebabkan laut di daerah tropis memiliki kadar garam lebih tinggi dari daerah sub tropis adalah
- memiliki banyak muara sungai
 - suhu yang tinggi dan penguapan yang tinggi pula
 - suhu yang tinggi yang tidak diimbangi dengan penguapan
 - banyaknya mineral yang mengalir dari hilir ke muara sungai
 - suhu yang tinggi dan tekanan osmosis air laut yang sangat tinggi
14. Bakteri yang menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah karena niche-nya dalam ekosistem adalah
- | | |
|--------------------------|------------------------|
| a. bakteri pengurai | d. bakteri rhizobium |
| b. bakteri nitrifikasi | e. bakteri Nitrobacter |
| c. bakteri denitrifikasi | |
15. Untuk memberikan gambaran yang lebih tepat tentang hubungan antar organisme pada masing-masing trofik dapat menggunakan piramida
- | | |
|------------------------|------------------------|
| a. jumlah dan ekologi | d. jumlah dan energi |
| b. ekologi dan energi | e. biomassa dan energi |
| c. jumlah dan biomassa | |

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

- Sekelompok lebah yang menggantung pada sebuah batang pohon merupakan contoh suatu komunitas.
- Organisme yang mampu mengubah menyusun zat organik untuk menyimpan energi yang diperoleh dari cahaya atau reaksi kimia disebut produsen.
- Daur fosfor dalam suatu ekosistem menunjukkan perpindahan zat ini yang tidak pernah melalui jalur udara.
- Tanaman epifit dan liana beradaptasi dengan cara menempel dan merambat pada pohon-pohon tinggi untuk mendapatkan cahaya. Oleh karena itu, kedua tanaman ini merupakan ciri khas dari bioma hutan hujan tropis yang umumnya memiliki pohon-pohon tinggi.
- Salinitas merupakan faktor pembatas penyebaran hewan pada ekosistem perairan



C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B	
1	Keadaan lingkungan (suhu, pH, kelembaban) pada suatu daerah dalam jangka waktu yang lama.	a	Salinitas
2	Hutan di wilayah subtropik yang mengalami 4 musim.	b	Jaring-jaring makanan
3	Kumpulan rantai makanan yang menyusun suatu ekosistem.	c	Afotik
4	Kadar garam pada suatu ekosistem akuatik.	d	Hutan gugur
5	Zona pada ekosistem laut yang tidak tercapai oleh sinar matahari.	e	Curah Hujan
		f	Bioma
		g	Iklim
		h	Hutan jati
		i	Cuaca

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. "Manusia merupakan komponen biotik ekosistem yang mempunyai pengaruh ekologi luas" Jelaskan apa maksudnya!
2. Mengapa piramida jumlah kurang dapat menggambarkan hubungan ekologis secara kuantitatif? Dan berikan contoh kasusnya!
3. Apakah yang kamu ketahui tentang interaksi intraspesifik dan interspesifik?
4. Bila diketahui energi yang diterima oleh produsen sebanyak 10.000 k.kal. Tentukan besarnya PPB, dan besarnya energi yang akan diterima oleh konsumen III pada suatu rantai makanan!
5. Buatlah skema zona ekosistem air tawar dan sebutkan jenis organisme yang menempati daerah tersebut!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan dibawah ini!

Sering sekali hutan di pulau Sumatera dan Kalimantan di buka dengan cara ditebang dan dibakar, sehingga terjadi kabut asap yang mengganggu kegiatan manusia dan menyebabkan hilangnya kekayaan hayati seperti hewan dan tumbuhan yang merupakan komponen penyusun ekosistem. Menurut informasi di media massa, hutan-hutan itu dimusnahkan untuk lahan perkebunan kelapa sawit Karena kita membutuhkan minyak kelapa sawit untuk memenuhi kebutuhan hidup kita, misalnya minyak goreng untuk memasak.

Perubahan Ekosistem

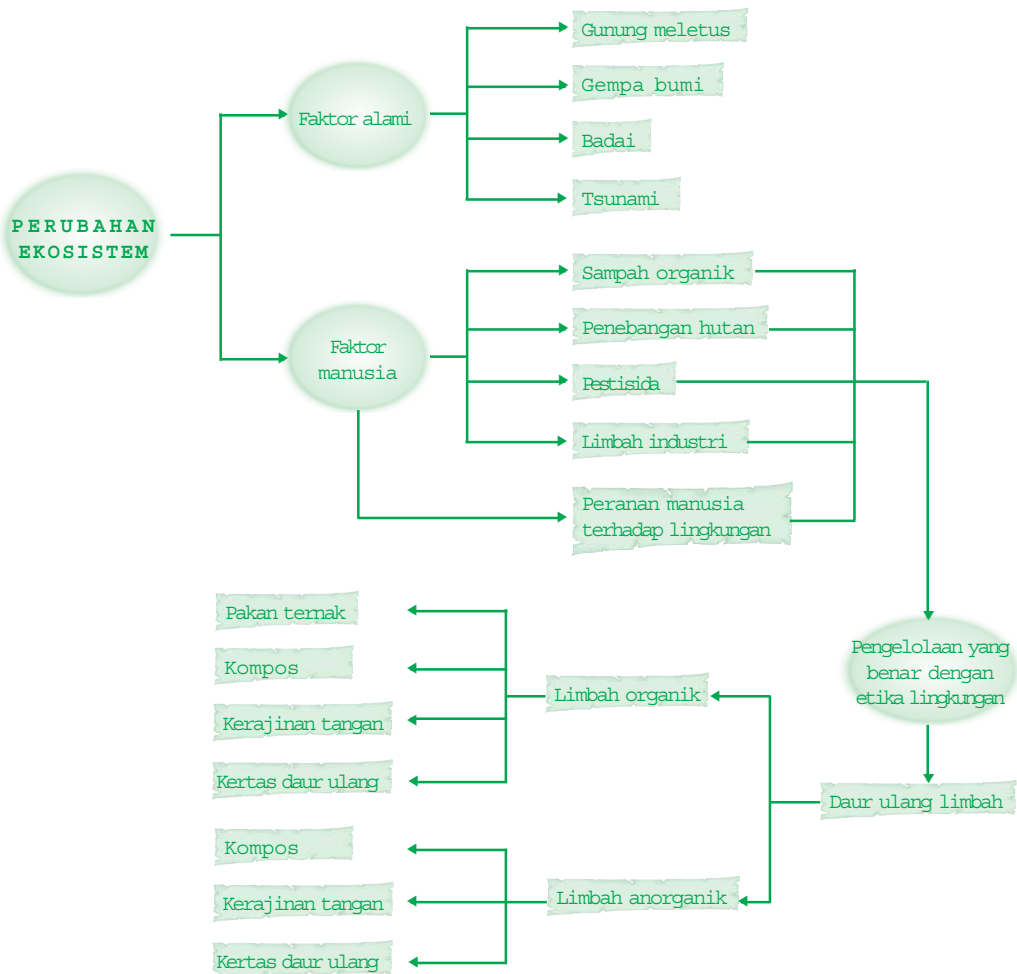
Manusia mengeksploitasi alam dengan teknologinya yang canggih hingga alam tidak diberikan kesempatan untuk memperbaiki dirinya hanya demi kepuasan sesaat dan nafsu. Suatu saat nanti saat ikan terakhir ditangkap, saat pohon terakhir ditebang, dan saat sungai-sungai tidak lagi mengalir, akhirnya manusia akan sadar bahwa ia tidak dapat memakan uang.



Setelah mempelajari bab ini kalian diharapkan dapat memahami dampak perubahan keseimbangan lingkungan terhadap kehidupan, akibat kegiatan manusia dan bencana alam sehingga semakin arif dan bijaksana dalam memanfaatkan sumber daya alam.

Peta Konsep

Untuk membantu kalian memahami materi pada bab ini disajikan peta konsep sebagai berikut.



Kata Kunci

Inti pembahasan pada materi bab ini, tercakup pada kata-kata berikut.

- ekosistem, limbah organik, limbah anorganik, daur ulang limbah, faktor alami, faktor manusia, etika lingkungan

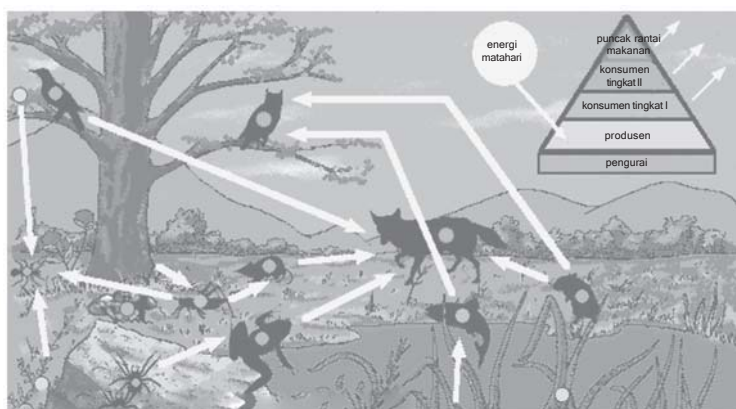
Pernahkan kalian mendengar berita tentang longsornya Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) yang berada di Bandung yang menewaskan penduduk di sekitarnya? Semua itu terkait adanya pencemaran oleh sampah padat, yang banyak diproduksi. Permasalahan ini merupakan salah satu contoh pencemaran lingkungan dan masih banyak jenis-jenis pencemaran lainnya yang berakibat mengganggu keseimbangan lingkungan.

A.

Perubahan Keseimbangan Lingkungan

Pada bab sebelumnya kamu sudah mengetahui bahwa makhluk hidup dan lingkungannya tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lain, keduanya memiliki hubungan timbal balik. Hubungan timbal balik antara komponen biotik dengan lingkungannya dipelajari secara khusus dalam ekologi. Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernest Haeckel (1834-1914) untuk mengkaji hubungan antara organisme dengan lingkungannya berada.

Kehidupan yang ada di muka bumi ini sebenarnya merupakan satu sistem ekologis. Sebagai suatu sistem, semua komponen penyusunnya seperti manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan akan saling memengaruhi komponen yang lainnya. Yang dimaksud sistem ekologis adalah berfungsinya perpindahan energi dan daur biogeokimia pada suatu ekosistem. Berpindahnya energi disertai dengan perpindahan zat dari air, tanah, dan udara ke organisme, lalu kembali ke air, tanah dan udara lagi. Lingkungan yang dapat menjamin kelangsungan sistem ekologi tersebut dinamakan lingkungan yang seimbang. Keseimbangan lingkungan yang dimaksud dapat terjadi jika faktor biotik dalam rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan berada dalam komposisi seimbang. Kondisi lingkungan semacam itu yang akan menjamin terbentuknya ekosistem yang sehat.



■ Gambar 10.1
Jaring makanan.

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Ingatlah

Komponen lingkungan terdiri dari faktor biotik (tumbuhan, hewan, manusia, dan mikroorganisme) dan faktor abiotik (tanah, air, udara, suhu). Tumbuhan berperan sebagai produsen, manusia sebagai konsumen, mikroorganisme sebagai pengurai.

Keseimbangan ekosistem tidaklah statis, artinya komponen penyusun ekosistem dapat mengalami kenaikan maupun penurunan jumlah populasi, namun dalam komposisi yang proporsional. Ekosistem seimbang didukung oleh banyak alternatif lintasan yang dapat dilalui zat untuk terjadinya daur materi dan perpindahan energi. Semakin banyak variasi jenis tumbuhan, herbivora, karnivora dan mikroba maka semakin banyak lintasan zat. Hal tersebut menyebabkan ekosistem tersebut semakin mantap keseimbangannya. Jika satu jenis tumbuhan berkurang, masih tersedia jenis tumbuhan lain sebagai produsen yang menjadi sumber makanan bagi herbivora. Demikian pula, bila hewan herbivora tertentu jumlahnya berkurang masih ada jenis herbivora lainnya yang dapat dimakan oleh hewan karnivora. Seterusnya, bila ada jenis karnivora tertentu yang punah masih ada karnivora lain yang meneruskan perpindahan energi dan zat dalam komunitas tersebut. Sebaliknya, bila komunitas hanya beberapa jenis organisme yang terbatas akan menjadi kurang stabil. Bila ada satu atau dua jenis organisme mengalami kepunahan tidak akan ada alternatif jalur yang dapat dilalui oleh zat dan energi, sehingga bila ada perubahan lingkungan maka akan ada yang mengalami kepunahan atau bahkan ada pertumbuhan populasi (booming populasi) yang tidak seimbang. Keseimbangan lingkungan akan stabil dan akan tetap terjaga apabila jumlah individu produsen lebih besar daripada jumlah konsumen I, demikian juga jumlah konsumen I harus lebih besar dari jumlah konsumen II, dan seterusnya jumlah konsumen II harus lebih besar dari jumlah konsumen III. Apabila faktor biotik dan abiotik mengalami perubahan maka keseimbangan lingkungan menjadi terganggu, misalnya akibat penggundulan hutan, bencana alam dan perburuan liar.

Kemampuan lingkungan untuk memperbaiki kembali komponen yang berkurang dikenal dengan istilah kelentingan lingkungan. Kondisi lingkungan yang dapat memberikan kehidupan bagi organisme yang menempatnya disebut daya dukung lingkungan. Pada ekosistem yang seimbang semua populasi secara alamiah dibatasi oleh populasi organisme lain, sehingga tidak ada populasi yang tumbuh tanpa batas dan mendominasi yang lain. Setiap populasi pada ekosistem yang seimbang memiliki kondisi maksimum dan minimum yang selalu berkaitan dengan populasi lainnya. Pada kondisi seimbang ekosistem kaya akan variasi komponen biotik dan abiotik yang memungkinkan perpindahan energi dan daur zat berlangsung secara lancar. Maka bila ada perubahan apapun, dengan

sendirinya akan membentuk keseimbangan baru secara proporsional sesuai dengan perubahan itu. Hal itu dapat terjadi selama perubahan itu masih berada di dalam daya dukung dan daya lentingnya. Namun, bila perubahan ekosistem menyebabkan suatu komponen tidak berfungsi maka aliran energi dan daur materi akan terganggu, yang pada akhirnya akan memengaruhi semua komponen ekosistem lainnya.

Aktivitas Sains

Tugas kajian pustaka

Tujuan: mengemukakan pendapat tentang pencemaran lingkungan.

1. Mengenai fenomena penambahan sampah organik sebagai hasil dari aktivitas rumah tangga maupun aktivitas lainnya yang menghasilkan limbah buangan padat yang terkait pula dengan penambahan jumlah penduduk?
2. Mampukah bakteri pengurai bekerja secara efektif? Apabila tidak, apa akibatnya?
3. Bagaimana pula kaitannya dengan keseimbangan lingkungan?
4. Gunakan buku-buku atau sumber yang sesuai dengan bahan bacaan

B.

Faktor-Faktor Penyebab Gangguan Keseimbangan Lingkungan

Keseimbangan lingkungan dapat terwujud apabila adanya keselarasan antara faktor biotik dan abiotik. Jika terjadi gangguan pada faktor biotik maupun abiotik maka keseimbangan lingkungan dapat terganggu.

Pernahkah kalian membaca di media massa tentang sering terjadinya banjir bandang terutama di daerah yang digunakan sebagai kantong-kantong transmigrasi? Mengapa hal ini terjadi?

Banjir umumnya disebabkan manusia yang senantiasa membuka lahan baru dalam memenuhi kebutuhan hidupnya baik untuk permukiman maupun sebagai lahan pertanian, atau lahan pabrik. Hal ini disebabkan pula oleh jumlah penduduk yang terus bertambah, sedangkan lahan yang ada sebagai wadah aktivitas tetap jumlahnya. Fenomena lain yang tak kalah mengherankan, di lereng gunung banyak berdiri bungalo yang praktis menyebabkan daya dukung lahan sebagai penahan air di lereng gunung hilang, ditambah dengan membuka lahan baru yang menyebabkan banyak tanaman yang hilang. Jika air hujan datang tanpa didukung oleh tanaman

Info Biologi

Putusnya rantai makanan di dalam suatu ekosistem merupakan kehancuran bagi seluruh makhluk hidup di ekosistem tersebut

sebagai penyeimbang lingkungan, Apa akibatnya? Apakah akan terulang kejadian-kejadian longsor, banjir bandang, dan fenomena kerusakan alam lainnya?

Dengan berbagai gambaran di atas, banjir ataupun bencana alam lainnya terjadi sebagai akibat dari terganggunya keseimbangan alam.

Gangguan keseimbangan alam dapat dibedakan menjadi dua.

1. Faktor alami



Sumber: Ap Photo

■ **Gambar 10.2**
Gunung Meletus (G. Merapi)

Faktor alami yang menyebabkan perubahan keseimbangan komponen biotik dan abiotik, diantaranya letusan gunung berapi, banjir, tanah longsor, rusaknya pantai, hilangnya terumbu karang dan tumbuhan alga, kebakaran hutan, badai, bahkan tsunami dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan, yang menunjukkan bahwa keseimbangan lingkungan sudah terganggu.

2. Faktor manusia



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 10.3**
Penebangan hutan

Dibanding komponen biotik lainnya, manusia merupakan komponen biotik yang mempunyai pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi ini. Dengan kemampuannya untuk mengembangkan ilmu dan teknologi, manusia mempunyai pengaruh yang sangat besar baik pengaruh yang memusnahkan ekosistem maupun yang meningkatkan ekosistem. Dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya manusia mampu mengubah lingkungan sesuai dengan yang diinginkan, misalnya dengan cara mengeksploitasi sumber daya alam (SDA) tanpa memikirkan dampaknya. Pembabatan dan pembakaran hutan menyebabkan dampak yang sangat luas yang berakibat hilangnya humus tanah, ketandusan tanah, berkurangnya sumber air, dan rusaknya tatanan ekosistem. Rusaknya tatanan ekosistem akan berakibat migrasi hewan-hewan buas dari hutan ke desa-desa untuk memangsa hewan ternak bahkan manusia. Gajah, babi hutan, dan hewan herbivora lainnya tidak akan dapat mempertahankan hidup di hutan yang rusak hewan-hewan tersebut bermigrasi ke

perkampungan penduduk dengan merusak tanaman budidaya manusia. Contoh lainnya dari aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan keseimbangan lingkungan adalah pencemaran sampah organik, penebangan hutan, penggunaan pestisida berlebihan, pembangunan permukiman, dan limbah industri.

Aktivitas Sains

Tugas kelompok

Tujuan: menganalisis dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan.

Buatlah kelompok dengan anggota minimal 4 orang.

1. Carilah 5 artikel dari berbagai sumber tentang aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan lingkungan!
2. Diskusikan dengan anggota kelompokmu, kemudian tentukan:
 - a. Tindakan apa yang perlu dilakukan bila menjumpai hal itu?
 - b. Identifikasikan manfaat mempelajari dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan!

C.

Pencemaran Lingkungan

Coba berikan contoh lain mengenai terganggunya keseimbangan lingkungan karena aktifitas manusia?

Berdasarkan penjelasan sebelumnya peningkatan eksploitasi terhadap sumber daya alam (SDA) akan menyebabkan peningkatan kerusakan ekosistem, sebagai contoh timbulnya zat sampah yang mengakibatkan terjadinya pencemaran.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran adalah:

1. penambahan penduduk yang tak terkendali (over population);
2. pesatnya perkembangan dan penyebaran teknologi;
3. adanya polutan dalam jumlah besar dan alam tidak bisa lagi menetralsir.

Kapan suatu zat dapat dikatakan sebagai polutan? Apabila:

4. kadarnya melebihi batas kadar normal atau ambang batas;
5. berada pada waktu yang tidak tepat;
6. berada pada tempat yang tidak semestinya.

Ingatlah

Di Lingkungan terdapat faktor abiotik dan biotik yang menyusunnya. Keseimbangan lingkungan hanya dapat terwujud apabila ada keselarasan antara faktor abiotik dan faktor biotik

Info Biologi

Saat ini di ketahui bahwa nyamuk malaria kian kebal terhadap insektisida, para peneliti dari Universitas Montpellier II, Perancis menemukan gen bermutasi dalam 10 keturunan nyamuk *Culex pipiens* dan *Anopheles gambiae*

Info Biologi

Akumulasi zat DDT pada burung pemangsa, seperti elang dapat menyebabkan burung tersebut menghasilkan telur dengan cangkang yang tipis sehingga mudah pecah.

Bagaimana sifat-sifat polutan?

1. Merusak untuk sementara dan setelah bereaksi dengan lingkungan, zatnya tidak merusak lagi.
2. Merusak setelah jangka waktu tertentu, misalnya DDT dan Pb.

Dalam kadar yang rendah, DDT dan Pb tidak mematikan manusia. Namun, apabila zat ini tertimbun dalam lemak dengan jumlah yang melebihi batas normal akan menimbulkan kerusakan jaringan.

Pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis.

1. Pencemaran air dan tanah

Pencemaran air terjadi karena masuknya zat-zat yang mengakibatkan kualitas air terganggu. Hal ini dapat terjadi pada sumber mata air, sungai, waduk, dan air laut. Pencemaran tanah terjadi akibat masuknya zat atau komponen lain ke dalam areal tanah.

Menurut jenisnya bahan pencemar air dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

a. Pencemaran biologi

Pencemar biologi dalam perairan antara lain:

- 1) *Escherichia coli*
- 2) *Entamoeba coli*
- 3) *Salmonella typhi*
- 4) Tumbuhan Pengganggu (Gulma)
- 5) Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)
- 6) Tumbuhan Paku Sampan (*Salvinia natans*)

b. Pencemaran kimia

Pencemar kimia dalam perairan antara lain sebagai berikut.

1) Zat-zat kimia

Misalnya pestisida, limbah industri,

buatan, dan deterjen yang kesemuanya dapat berakibat buruk terhadap pertumbuhan organisme di perairan.

2) Limbah industri

Yang berupa zat-zat radioaktif dan logam-logam berat, seperti Cu, Hg (air raksa/merkuri), Pb (timah hitam), seng (Zn), Arsen (As), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni).

Zar-zat tersebut di atas dapat mengganggu organisme yang hidup di air melalui rantai makanan, zat tersebut akan berpindah dari organisme satu ke organisme lain yang pada akhirnya zat tersebut akan terakumulasi pada konsumen yang menduduki piramida makanan paling atas. Pada dosis tertentu akan berubah menjadi racun.

3) Penggunaan pestisida DDT

Pengendalian hama yang menggunakan insektisida berupa DDT (Dikloro Difenil Trichloroethan) oleh para petani secara berlebihan akan mengakibatkan terjadinya pencemaran air dan tanah mengingat zat ini mempunyai sifat sebagai berikut.

- Bila masuk ke dalam tubuh organisme, tidak dapat diuraikan (*nonbiodegrada*) sehingga akan tertumpuk dalam air atau tanah.
- Larut dalam lemak dan dapat berpindah ke organisme lain melalui aliran materi dalam rantai makanan, hal ini memungkinkan DDT dapat tertumpuk dalam tubuh manusia sehingga berakibat rusaknya jaringan yang menimbulkan kelelahan dan kejang-kejang otot. Bila dalam ekosistem air terjadi pencemaran DDT, akan terjadi rantai aliran DDT sebagai berikut.

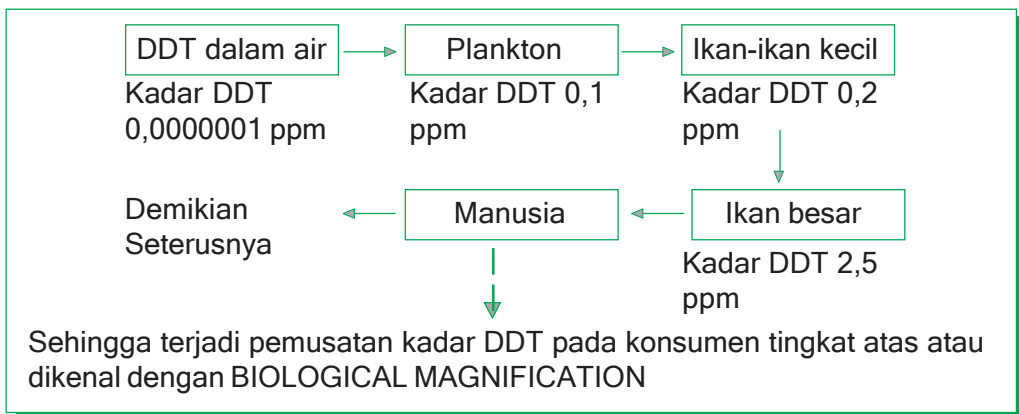


■ Gambar 10.4
Penyemprotan DDT

Sumber: Microsoft Encarta 2006

Info Biologi

Akibat peristiwa eutropikasi di perairan Teluk Tampa (Florida), populasi suatu jenis protozoa perkembangbiakannya tak terkendali menyebabkan "air merah" yang membunuh banyak sekali ikan.



c. Sampah organik

Berbagai sampah organik yang dibuang ke sungai, kolam, atau parit akan mengalami pembusukan oleh bakteri pembusuk yang

banyak memerlukan Oksigen (O_2). Hal ini menyebabkan kadar Oksigen (O_2) air berkurang, menyebabkan plankton, hewan-hewan kecil, maupun hewan besar tidak dapat hidup lagi.

d. Terjadinya eutrofikasi

Disebabkan karena terjadinya pembusukan yang berlebihan di perairan karena penimbunan senyawa nitrat (NO_3). Ditambah belum lagi penimbunan sisa-sisa pupuk yang lainnya di daerah pertanian yang akan menyebabkan tumbuh suburnya gulma. Belum dapat menutup permukaan air sehingga cahaya tidak bisa menembus ke pedalaman air sehingga menghambat proses fotosintesis yang diakhiri dengan berkurangnya produksi oksigen (O_2). Berkurangnya oksigen menyebabkan ikan dan hewan lainnya yang hidup di air menjadi berkurang atau terhambat pertumbuhannya.

2. Pencemaran udara



■ Gambar 10.5
Lubang Ozon

Pencemaran udara disebabkan adanya pembakaran yang tidak sempurna dari minyak bumi, batubara, asap rokok, dan gas-gas lain yang mencemari udara, misalkan gas CO , CO_2 , NO , NO_2 , SO , SO_2 , CH_4 , CFC_3 .

Kadar polutan di udara dinyatakan dengan ppm (part per million), yaitu jumlah cm^3 polutan per m^3 udara. Polutan yang dimaksud disini dapat berbentuk partikel, cairan, atau gas.

a. CO (Karbon Monoksida)

Sebagai gas pembunuh, gas ini mempunyai daya ikat terhadap haemoglobin yang jauh lebih tinggi daripada dengan O_2 , sehingga mengganggu pengikatan O_2 oleh darah. Bila dalam darah 70-80% Hb mengikat CO dapat mengakibatkan kematian. Contoh-contoh terbentuknya gas CO , antara lain.

- 1) Menghidupkan mesin mobil di dalam garasi tertutup.
- 2) Menghidupkan AC ketika tidur di dalam mobil dengan keadaan kaca yang tertutup.

b. CO_2 (Karbon Dioksida)

CO_2 bersama mikroorganisme, debu, dan titik-titik air akan berkondensasi membentuk awan. Awan mempunyai sifat dapat ditembus oleh energi panas, sehingga suhu udara yang berada di permukaan bumi akan meningkat. Kadar CO_2 0,033% yang ada di udara akan dimanfaatkan oleh tumbuhan hijau untuk fotosintesis, tetapi bila kadar tersebut berlebih maka akan merusak tumbuhan dan hewan.

c. Gas NO, NO₂, SO, dan SO₂

Gas-gas tersebut dapat menimbulkan gangguan pada sistem saluran pernapasan, sedangkan NO₃ apabila masuk ke ekosistem tanah dan air akan menyebabkan *eutrofikasi*. Gas-gas tersebut juga dapat berkondensasi dengan partikel-partikel lain beserta titik-titik air sehingga terbentuklah zat asam, dan bila turun bersama air hujan terjadilah Hujan Asam.

d. CFC (Chloro fluorocarbon)

CFC terdapat pada gas pendingin AC, kulkas, dispenser, dan kosmetik. Gas CFC merupakan gas yang sukar terurai, dan bila masuk ke dalam atmosfer akan mampu mengikat lapisan ozon. Hal inilah yang dikhawatirkan umat manusia sedunia, mengapa demikian? Hal ini disebabkan lapisan ozon merupakan selimut bumi yang berfungsi mencegah radiasi sinar ultraviolet ke bumi. Bila kadar CFC terlalu tinggi, lapisan ozon dapat semakin tipis bahkan berlubang, hal seperti ini yang akan membahayakan bumi.

Info Biologi

Gas CFC di atmosfer mengikat O radikal (O_x) sehingga hanya bentuk O₂, hal ini menyebabkan jumlah O₃ (ozon) menurun. Reaksinya $O_3 \rightarrow O_2 + O_x$ (setimbang) CFC mengikat O_x, maka tidak terbentuk O₃.

3. Pencemaran suara

Pencemaran suara disebabkan oleh suara bising yang berlangsung secara terus-menerus. Satuan kekuatan suara dikenal dengan satuan desibel (dB). Dibawah ini dijelaskan gambaran mengenai polusi udara, antara lain.

- a. Percakapan normal : 40 dB
- b. Keributan : 80 dB
- c. Suara kereta api : 95 dB
- d. Pesawat jet lepas landas : 150 dB

Suara yang timbul apabila melebihi kadar dapat mengganggu pendengaran dan mempengaruhi sistem metabolisme antara lain:

- a. perubahan tekanan darah,
- b. gangguan jantung,
- c. perubahan denyut nadi,
- d. stress, dan
- e. kontraksi perut.

4. Pencemaran benda-benda radioaktif

Penyebabnya adalah benda-benda radioaktif, debu radioaktif yang berasal dari ion nuklir serta reaktor-reaktor atom. Bahaya yang ditimbulkan, yaitu radioaktif sinar alfa (α), sinar beta (β), sinar



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 10.6
Pesawat jet lepas landas



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ Gambar 10.7
Ledakan nuklir bom atom

gamma (λ). Efek yang ditimbulkan zat radioaktif adalah terjadinya perubahan struktur zat serta pola reaksi kimianya yang dapat merusak sel tubuh. Bila hal ini terjadi pada gen akan menyebabkan terjadinya mutasi gen dan dapat juga menyebabkan kanker.

5. Pencemaran sosial-budaya

Tidak terfilternya kebudayaan asing yang masuk ke dalam suatu daerah akan menyebabkan tergesernya nilai budaya suatu daerah tanpa disadari, apalagi dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta budaya.

Aktivitas Sains

Tugas karya tulis

Tujuan: menganalisis dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan.

Kompetensi sains

- Semakin mencintai lingkungan.
- Mahir membuat karya tulis ilmiah yang baik.
- Berani mengemukakan pendapat.

1. Kumpulkan gambar atau foto yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan dari berbagai sumber, seperti buku, majalah, koran, internet dan sebagainya!
2. Buatlah tulisan ringkas (maksimal 5 halaman kuarto) tentang pengaruh pencemaran lingkungan bagi kehidupan manusia!

D. Daur Ulang Limbah

Kegiatan manusia banyak menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Contohnya limbah dari kegiatan industri, pertanian, pertambangan, transportasi dan kegiatan rumah tangga. Pengelolaan limbah tergantung dari jenis limbah tersebut. Menurut jenisnya, limbah dikelompokkan menjadi *limbah organik* dan *limbah anorganik*. **Limbah organik** merupakan limbah yang dapat mengalami proses penguraian secara alamiah contohnya sisa hewan dan tumbuhan. **Limbah anorganik** adalah limbah yang berasal dari sumber daya alam tidak terbaharui dan sulit diuraikan secara alamiah oleh mikroorganisme, seperti minyak bumi, plastik, kaleng, dan botol.

Salah satu cara untuk mengelola limbah organik dan limbah anorganik adalah dengan cara mendaur ulang limbah menjadi benda-benda yang bermanfaat. Daur ulang limbah juga mempunyai potensi besar untuk mengurangi timbunan, biaya pengelolaan, dan pembuangan akhir. Contoh kegiatan manusia yang termasuk daur ulang limbah antara lain pemulungan sampah, usaha daur ulang sampah di rumah tangga, serta pengomposan.

Limbah organik dapat dimanfaatkan secara langsung atau tidak langsung karena perlu pemrosesan terlebih dahulu. Yang termasuk limbah organik, misalnya sisa sayur, sisa buah, potongan rumput, daun-daun, kertas, sisa makanan, dan kotoran hewan atau manusia. Berikut ini disajikan cara pengelolaan limbah organik dengan cara didaur ulang.

1. *Pemanfaatan langsung*, sebagai pakan ternak seperti sisa tumbuh-tumbuhan, sayuran, dan makanan.
2. *Pengomposan (Composting)*, adalah pengolahan limbah organik dengan bantuan mikroorganisme yang menghasilkan kompos. Kompos merupakan pupuk yang mempunyai nilai komersil karena dapat dipasarkan.
3. *Menjadi bentuk lain yang bermanfaat*, misalnya limbah serabut kelapa dijadikan kerajinan tangan berupa keset. Sampah plastik dimanfaatkan sebagai hiasan atau dibuat menjadi, pot, dan rak peralatan rumah tangga. Pembuatan biogas dari kotoran hewan dan manusia sebagai bahan bakar rumah tangga.
4. *Menjadi bentuk semula yang bermanfaat*, misalnya limbah kertas dari perkantoran, rumah tangga dan pembungkus kacang dijadikan kertas kembali.

Limbah anorganik dapat dimanfaatkan melalui proses mendaur ulang. Limbah anorganik yang masih dapat didaur ulang, misalnya plastik, logam, dan kaca. Limbah anorganik dapat di daur ulang dengan cara sebagai berikut.

1. *Menjadi bentuk lain yang bermanfaat*, misalnya limbah kaleng untuk kerajinan tangan yang mempunyai nilai seni, misalnya mobil-mobilan dan lampu hias.
2. *Menjadi bentuk asal yang bermanfaat*, misalnya limbah plastik diproses kembali menjadi alat-alat rumah tangga, seperti ember, piring, gelas dan cangkir.

Info Biologi

Penerapan teknologi Effektive Microorganisme 4 (EM-4) merupakan teknologi alternatif yang memberikan peluang luas untuk meningkatkan dan menjaga kestabilan produksi tanaman pertanian. EM-4 di dalam tanah secara sinergi menekan populasi hama dan penyakit, meningkatkan kesuburan tanah, dan membantu mempercepat perombakan zat organik kembali ke dalam tanah.

Pengolahan limbah anorganik secara umum antara lain dapat melalui proses sanitasi lahan (*sanitary landfill*), pembakaran (*incineration*), penghancuran (*pulverisation*).

1. *Sanitary landfill*, metode pengelolaan limbah secara terkontrol melalui sistem sanitasi yang baik.
2. *Pembakaran*, limbah anorganik berupa zat padat perlu dibakar dalam sebuah reaktor sampah untuk menurunkan jumlah timbunan sampah padat.
3. *Penghancuran*, bertujuan untuk merubah bentuk limbah menjadi yang lebih kecil sehingga lebih mudah dimanfaatkan.

Aktivitas Sains

Tugas individu

Tujuan: membuktikan peranan EM-4 dalam pembuatan bokas.

Carilah literatur tentang pembuatan bokashi. Bandingkan teknik pembuatan bokashi dengan menggunakan EM-4 dan tanpa menggunakan EM-4. Susun laporan ilmiah dari kegiatanmu!

E.

Etika Lingkungan



■ Gambar 10.8
Perusakan Hutan

Sumber: Microsoft Encarta 2006

"Apa pendapat kalian dengan melihat gambar-gambar dari media cetak yang berupa cover dari majalah ataupun koran yang menonjolkan gambaran pornografi?"

Untuk menghindarinya diperlukan pendidikan moral diimbangi dengan mental dan pengetahuan yang cukup memadai.

Manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan yang diberi kelebihan berupa derajat, kecerdasan, budaya, dan keyakinan terhadap penciptanya. Seiring dengan perkembangan teknologi memang telah berhasil membawa manusia untuk menaklukkan dan merajai bumi.

Bila manusia mempunyai pandangan seperti kalimat diatas, akan terjadilah pengeksploitasian sumber daya alam baik hayati maupun non-hayati. Hal ini menandakan manusia bukan merupakan bagian dari lingkungan dan hal ini akan menyebabkan bencana dari alam itu sendiri.

Oleh karena itu, supaya tidak terjadi bencana alam diterapkan etika lingkungan, dimana manusia mempunyai tanggung jawab dan kewajiban melestarikan keseimbangan lingkungan baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik.

Pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana merupakan faktor utama dalam memelihara berlangsungnya keseimbangan lingkungan. Kebijakan moral manusia dalam pergaulannya dengan lingkungan untuk memelihara dan mengelola keseimbangan disebut dengan etika lingkungan. Etika lingkungan ini memelihara hubungan antara manusia dengan manusia, antara manusia dengan lingkungannya, dan hubungan manusia dengan Tuhan penciptanya. Disini juga berlaku pola selaras, serasi, dan seimbang.

E

Hidup Selaras dengan Lingkungan

Kehidupan manusia di muka bumi ini tidak terlepas dari peran serta lingkungan. Sebagaimana manusia merupakan bagian dari lingkungan, bersama-sama dengan tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang telah menjadi satu mata rantai yang tidak akan terpisah. Untuk itulah, manusia harus memanfaatkan sumber daya alam secara tepat, agar lingkungan tetap lestari.

Pengelolaan lingkungan hidup merupakan pengelolaan terpadu dalam pemanfaatan, penataan, pemeliharaan, pengawasan, pengendalian, pemuliaan, dan pengembangan lingkungan hidup. Agar tujuan tersebut dapat tercapai perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Mencapai kelestarian hubungan manusia dengan lingkungan hidup sebagai tujuan pembangunan manusia seutuhnya.
2. Mengendalikan pemanfaatan sumber daya secara bijaksana agar seluruh sumber daya alam digunakan oleh kepentingan orang banyak seproduktif mungkin dan menekan pemborosan seminimal mungkin.
3. Mewujudkan manusia sebagai pembina lingkungan hidup, oleh sebab itu pengembangan sumber daya alam senantiasa harus disertai dengan usaha memelihara kelestarian tata lingkungan.
4. Melaksanakan pembangunan berwawasan lingkungan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang.

Ingatlah

Manusia adalah komponen biotik yang memiliki pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi. Dengan ilmu dan teknologinya, manusia berpengaruh besar untuk memusnahkan maupun meningkatkan ekosistem

5. Pemerintah melalui Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 1986 mengenai Analisis Dampak Lingkungan diantaranya, memberikan kewajiban kepada para pengelola dan pemilik pabrik untuk menyelenggarakan sebuah studi kelayakan teknis dan ekonomis serta analisis dampak lingkungan yang dapat dipertanggungjawabkan.
6. Melindungi negara terhadap dampak kegiatan di luar wilayah negara yang menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan.



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 10.9**
Reboisasi hutan bakau



Sumber: Microsoft Encarta 2006

■ **Gambar 10.10**
Penangkaran orangutan

Dengan menerapkan pengelolaan lingkungan hidup akan terwujud kedinamisan dan keharmonisan antara manusia dengan lingkungannya. Untuk mencegah dan menghindari tindakan manusia yang semena-mena (eksploitasi) maka diterapkan kebijakan melalui undang-undang lingkungan hidup.

Di Indonesia hal ini dapat dikaji dalam pengelolaan lingkungan hidup dimana dikatakan bahwa dengan diberlakukannya UU No. 4 Th. 1982 yang disempurnakan dan diganti dengan UU No. 23 Th. 1997, masalah lingkungan hidup telah menjadi faktor penentu dalam proses pengambilan keputusan pemanfaatan dan pengolahan SDA. Pembangunan tidak lagi menempatkan SDA sebagai modal, tetapi sebagai satu kesatuan ekosistem yang di dalamnya berisi manusia, lingkungan alam dan/atau lingkungan buatan yang membentuk kesatuan fungsional, saling terkait, dan saling tergantung dalam keteraturan yang bersifat spesifik, berbeda dari satu tipe ekosistem ke tipe ekosistem yang lain. Oleh sebab itu, pengelolaan lingkungan hidup bersifat spesifik, terpadu, holistik dan berdimensi ruang.

Berdasarkan UU No. 23 Th. 1997 lingkungan hidup diartikan sebagai kesatuan ruang dengan kesemua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Pengelolaan lingkungan hidup

didefinisikan sebagai upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup. Pada Bab II pasal 4 UU No. 23 Th. 1997 dikemukakan bahwa sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah sebagai berikut.

1. Tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dan lingkungan hidup.
2. Terwujudnya manusia Indonesia sebagai insan lingkungan hidup yang mempunyai sikap dan tindak untuk melindungi serta membina lingkungan hidup.
3. Terjaminnya kepentingan generasi masa kini dan generasi masa mendatang.
4. Tercapainya kelestarian fungsi lingkungan hidup.
5. Terkendalinya pemanfaatan sumber daya secara bijaksana.
6. Terlindunginya Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) dari dampak usaha dan/atau kegiatan di luar wilayah negara yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup.

Dari sasaran-sasaran pengelolaan lingkungan hidup di atas, terlihat bahwa kelestarian fungsi lingkungan hidup merupakan sasaran utama yang dapat diukur. Menurut bab V UU No. 23 Th. 1997 tentang pelestarian fungsi lingkungan hidup, dinyatakan bahwa kelestarian fungsi lingkungan hidup dapat diukur dengan dua parameter utama, yaitu Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Dua parameter ini menjadi ukuran/indikator untuk rencana usaha dan/atau kegiatan yang dapat menimbulkan dampak besar dan penting bagi lingkungan hidup. PP 27 Th. 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) pasal 3 menyebutkan bahwa usaha dan/atau kegiatan yang kemungkinan dapat menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup meliputi hal-hal sebagai berikut.

1. Pengubahan bentuk lahan dan bentang alam.
2. Eksploitasi sumber daya alam baik yang terbaharui maupun yang tidak terbaharui.
3. Proses dan kajian yang secara potensial dapat menimbulkan pemborosan, pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup, serta kemerosotan sumber daya alam dalam pemanfaatannya.



Sumber: Mining.ubc.ca

■ Gambar 10.11
kegiatan menambang

4. Proses dan kegiatan yang hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan alam, lingkungan buatan, serta lingkungan sumber daya.
5. Proses dan kegiatan yang hasilnya akan mempengaruhi pelestarian kawasan konservasi sumber daya alam dan/atau perlindungan cagar budaya.
6. Introduksi jenis tumbuh-tumbuhan, jenis hewan dan jasad renik.
7. Pembuatan dan penggunaan bahan hayati dan non-hayati.
8. Penerapan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar untuk mempengaruhi lingkungan hidup.
9. Kegiatan yang mempunyai resiko tinggi dan dapat mempengaruhi pertahanan negara.

Aktivitas Sains

Tugas eksperimen

Tujuan: menganalisis dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan.

Kompetensi sains

- Merancang penelitian ilmiah tentang polusi air.
- Membuat laporan penelitian secara sistematis.

1. **Polusi Air**
Kondisi yang diperlukan untuk berkembangbiakan kehidupan di air tawar adalah air yang tidak terlalu keruh, suhu yang sesuai, tidak adanya sampah organik dalam air yang proses pembusukannya membutuhkan bakteri O_2 , sehingga kadar O_2 yang larut dalam air menjadi berkurang dan berakibat terputusnya rantai makanan dalam air. Kadar O_2 yang terlarut dalam air dapat digunakan sebagai petunjuk polutan di perairan. Sebagai petunjuk ada atau tidaknya kadar oksigen dalam air dapat digunakan Metilen Blue. Larutan Metilen Blue dengan O_2 menunjukkan warna biru, sedangkan tanpa O_2 tidak berwarna.
2. **Tujuan:**
Diharapkan siswa dapat membandingkan secara kualitatif perubahan warna yang menunjukkan terlarut dan tidaknya kadar O_2 dari berbagai macam perairan dengan menggunakan Metilen Blue
3. **Tugas:**
Sebelum melakukan penelitian hendaknya kalian tentukan terlebih dahulu:
 1. Rumusan Masalah
 2. Hipotesa
 3. Variabel meliputi Variabel Bebas, Variabel Kontrol, dan Variabel Terikat
4. **Buatlan rancangan percobaan yang akan dilakukan untuk membuktikan hipotesa tersebut dengan ketentuan sebagai berikut.**
 - a. Judul.
 - b. Tujuan kegiatan.
 - c. Alat dan bahan.
 - d. Cara Kerja.

- e. Data.
 - f. Kesimpulan.
 - g. Laporan hasil penelitian.
- 5 Presentasikan hasil penelitian kalian di depan kelas

Rangkuman

1. Gangguan keseimbangan lingkungan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu faktor alami dan faktor manusia.
2. Rusaknya suatu lingkungan karena bencana alam akan menyebabkan terputusnya suatu rantai atau jaring makanan.
3. Rusaknya lingkungan karena manusia menimbulkan berbagai macam polusi yang juga menyebabkan rusaknya suatu lingkungan.
4. Polusi lingkungan meliputi pencemaran air, pencemaran udara, pencemaran suara, dan sebagainya.
5. Pencemaran air terjadi karena masuknya zat yang mengakibatkan kualitas air terganggu.
6. Pencemaran air dapat terjadi pada sumber mata air, sungai, waduk, dan air laut.
7. Agar lingkungan mencapai suatu keseimbangan diperlukan pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana.
8. Kebijakan moral manusia dalam pergaulannya dengan lingkungan disebut etika lingkungan.

Pelatihan

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Di dalam ekosistem yang tidak seimbang senantiasa akan terdapat hal-hal seperti berikut ini, yaitu
 - a. perubahan suatu komponen berfungsi untuk menghilangkan komponen lain
 - b. tidak terjadi pengeksploitasian suatu komponen biotik terhadap komponen biotik lainnya
 - c. keberadaan setiap komponen biotik merupakan penyedia materi komponen biotik lainnya
 - d. interaksi antar komponen biotik penyusunnya
 - e. perubahan suatu komponen berfungsi untuk mengontrol komponen lain

2. Lingkungan dalam keadaan seimbang bila komponennya tersusun atas
 - a. tumbuhan sebagai produsen dengan keanekaragaman jenisnya
 - b. bakteri, jamur, dan mikroorganisme lainnya
 - c. produsen, konsumen, dan pengurai
 - d. tumbuhan, hewan, dan faktor biotik lainnya
 - e. suhu, kelembaban, dan kecepatan angin
3. Pada suatu ekosistem air terdapat keseimbangan antara fitoplankton, ikan herbivora, ikan karnivora, dan burung pemakan ikan. Perburuan liar burung pemakan ikan akan menyebabkan
 - a. semua populasi ikan meningkat
 - b. populasi produsen meningkat
 - c. populasi fitoplankton meningkat
 - d. populasi ikan karnivora meningkat
 - e. populasi ikan herbivora meningkat
4. Gas berikut yang memiliki daya afinitas yang tinggi terhadap Hb sehingga dapat menyebabkan keracunan ialah
 - a. sulfur
 - b. nitrogen
 - c. oksigen
 - d. karbondioksida
 - e. karbonmonoksida
5. Pada bab II Pasal 7 Undang-undang No 23 Tahun 1997 dikemukakan bahwa sasaran pengelolaan lingkungan hidup adalah semua benar kecuali
 - a. tercapainya keselarasan, keserasian, dan keseimbangan antara manusia dan lingkungan hidup
 - b. terwujudnya manusia Indonesia sebagai insan lingkungan hidup yang mampu mengeksploitasi SDA
 - c. terjaminnya kepentingan generasi masa kini dan generasi masa mendatang
 - d. terkendalinya pemanfaatan sumberdaya secara bijaksana
 - e. tercapainya kelestarian fungsi lingkungan hidup
6. Polusi udara dapat menyebabkan terjadinya hujan asam yang mengakibatkan
 - a. meningkatnya kandungan mineral dalam tanah
 - b. memperbaiki sistem pengudaraan tanah
 - c. rusaknya sistem pertanian
 - d. meningkatnya penyerapan nitrogen bagi tanaman
 - e. mematikan hama tanaman
7. Pencemaran air dapat dicegah dengan cara sebagai berikut
 - a. membuang insektisida di selokan
 - b. membuang limbah berbahaya ke sungai
 - c. menggunakan pupuk nitrogen yang berlebihan agar tanaman tumbuh subur
 - d. menggunakan bahan yang ramah lingkungan
 - e. menampung limbah dan membuang di laut

8. Polusi udara terutama disebabkan oleh senyawa seperti karbondioksida, nitrogen, oksida belerang, karbonmonoksida. Polusi yang disebabkan oleh pembakaran yang kurang sempurna adalah
- a. SO_3
 - b. CO
 - c. NO_2
 - d. H_2O_2
 - e. debu
9. Akibat pemupukan yang berlebihan dapat menimbulkan eutrofikasi yang dapat mengganggu tanaman lain. Tanaman yang tumbuh subur karena eutrofikasi adalah
- a. tanaman alga
 - b. tanaman kangkung
 - c. lumut
 - d. enceng gondok
 - e. rumput
10. Sesudah penyemprotan DDT diperoleh data bahwa beberapa nyamuk menjadi resisten terhadap insektisida tersebut, hal ini disebabkan karena
- a. adaptasi nyamuk terhadap insektisida sangat tinggi
 - b. dalam tubuh nyamuk DDT akan terurai dan tidak berbahaya
 - c. nyamuk yang di semprot oleh DDT akan mengalami mutasi
 - d. nyamuk yang di semprot oleh DDT akan mengalami resistensi
 - e. nyamuk yang di semprot oleh DDT akan menghasilkan keturunan baru yang resisten
11. Manusia adalah bagian dari lingkungan yang mempunyai kewajiban menjaga kelestarian hidup dan lingkungannya. Tindakan bijaksana yang dilakukan manusia adalah
- a. memelihara dan mengelola lingkungan secara terencana dan terkendali
 - b. mengusahakan tercapainya keselarasan dan keseimbangan lingkungan
 - c. menjaga tidak terjadi peledakan penduduk
 - d. menjaga tanaman tetap berfotosintesis
 - e. menjaga interaksi antara tumbuhan dan hewan secara serasi
12. Pertanian monokultur dapat menimbulkan gangguan keseimbangan lingkungan berupa
- a. menurunnya populasi mikroorganisme
 - b. menurunnya kadar CO_2 dan mineral tanah
 - c. menurunnya kualitas tanah
 - d. meningkatnya unsur hara tanah
 - e. meningkatnya populasi gulma
13. Dampak negatif dari kemajuan ilmu dan teknologi terhadap lingkungan adalah
- a. kadar O_2 meningkat, terjadi efek rumah kaca
 - b. kadar CO_2 meningkat, kelangkaan Sumber Daya Alam (SDA)
 - c. kelangkaan Sumber Daya Alam (SDA), eutrofikasi enceng gondok
 - d. kelangkaan Sumber Daya Alam (SDA), meningkatnya kadar O_2
 - e. keanekaragaman Sumber Daya Alam (SDA), sehingga eceng gondok tumbuh subur

14. Efek rumah kaca sebagai masalah lingkungan global terjadi karena adanya kenaikan
- kelembaban udara
 - kadar CO_2 di atmosfer
 - kadar partikel di udara
 - kadar bahan pencemar
 - suhu lingkungan
15. Meningkatnya penderita penyakit kanker kulit berhubungan erat dengan penggunaan CFC_s . Hipotesis yang menunjang pernyataan tersebut adalah
- reaksi antara CFC_s dengan lapisan ozon dapat menghasilkan senyawa perangsang terbentuknya kanker kulit
 - CFC_s merupakan bahan kimia yang mendorong kanker kulit
 - CFC_s bila mengenai kulit akan merusak sistem pertahanan tubuh dan merangsang munculnya kanker
 - CFC_s menyebabkan sel kulit mudah membelah sehingga timbul kanker
 - CFC_s yang mengikat ozon menyebabkan intensitas sinar ultraviolet meningkat dan merangsang kanker kulit
16. Ciri khas suatu ekosistem yang seimbang adalah
- aliran energi dan materi berjalan searah dari konsumen ke produsen
 - pertambahan populasi masing-masing komponen sama
 - aliran energi dan materi dari produsen ke konsumen berlangsung secara cepat
 - aliran energi dan materi tidak terjadi pemusatan pada salah satu komponen biotik
 - terdapatnya tumbuhan dan mikroorganisme
17. Kebijakan moral manusia dalam pergaulan manusia dengan lingkungan disebut
- etika lingkungan
 - tata aturan lingkungan
 - daya dukung lingkungan
 - kelestarian lingkungan
 - pergaulannya dengan lingkungan
18. Sering terpetik berita, bahwa di pedesaan ada harimau yang mengganggu dan menewaskan manusia, hal ini disebabkan oleh
- dekatnya perkampungan dengan habitat harimau
 - berkurangnya hewan mangsa harimau di hutan
 - ruang gerak dan proteksi makin sempit karena penebangan hutan
 - meningkatnya suhu di hutan
 - meningkatnya pohon hasil reboisasi
19. Pencemaran air oleh bahan organik sangat merugikan hewan air karena kadar oksigen dalam air rendah. Hal ini dapat terjadi dikarenakan
- hewan air memerlukan banyak oksigen (O_2) dalam pernapasan
 - bahan organik akan menurunkan oksigen (O_2) dalam penguraiannya
 - bahan organik membutuhkan banyak oksigen (O_2) dalam penguraiannya
 - bahan organik banyak membebaskan oksigen (O_2) dalam penguraiannya
 - bahan organik akan menutup permukaan air sehingga kadar oksigen (O_2) menjadi rendah

20. Bila terjadi pencemaran air tawar oleh DDT, maka kadar DDT tertinggi akan ditemukan pada
- air tawar
 - fitoplankton
 - hewan herbivora
 - hewan karnivora
 - produsen

B. Tulislah B jika pernyataan di bawah ini Benar dan S jika salah serta berikan alasannya!

- Pembunuhan burung-burung pemakan biji pada lingkungan hasil pertanian dapat menimbulkan masalah besar bagi petani karena populasi ulat pemakan daun dan pengerek batang naik.
- Salah satu prinsip etika lingkungan yaitu manusia sebagai bagian dari lingkungan yang tidak terpisahkan dan bukan penguasa lingkungan, contoh penerapan prinsip tersebut dalam kehidupan sehari-hari adalah bertani secara berpindah-pindah.
- Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran sebagai masalah utama adalah adanya polutan dalam jumlah besar dan alam tidak bisa lagi menetralsir.
- Banjir, pengeringan rawa, dan pembangunan perumahan merupakan penyebab perubahan lingkungan karena manusia.
- Beberapa akibat pencemaran atau polusi udara terhadap tanaman yaitu mengurangi radiasi matahari yang diperlukan untuk proses fotosintesis.



C. Jodohkan pernyataan A dan pernyataan B!

No.	Pernyataan A	Pernyataan B
1	Keributan, suara kereta api, dan suara pesawat terbang lepas landas akan menimbulkan gangguan yang berupa	a abiotik b biotik c mutasi gen d DDT e stress f bahan radioaktif g eutrofikasi h pencemaran udara i pencemaran suara
2	Pencemaran benda-benda radioaktif seperti sinar alfa (α), sinar beta (β), dan sinar gamma (γ) menimbulkan efek	
3	Meningkatnya senyawa organik dalam perairan	
4	Tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme	
5	Gas CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , SO, SO ₂ , CH ₄	

D. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Apa yang dimaksud dengan etika lingkungan dan berikan contohnya?
2. Sebutkan sifat dari polutan?
3. Berikan contoh-contoh keseimbangan lingkungan karena aktifitas manusia dan bagaimana cara mengatasinya?
4. Jelaskan macam-macam pencemaran menurut sumbernya?
5. Sebutkan organisme yang dapat digunakan sebagai parameter pencemaran air!

E. Tuliskan pernyataan sikapmu terhadap pernyataan di bawah ini!

Banyak sudah kerusakan lingkungan kita sebagai akibat aktivitas manusia itu sendiri seperti terjadinya tanah longsor dan banjir yang disebabkan pembangunan perumahan yang tidak kenal batas. Bagaimana sikap kita sebagai warga negara yang telah mengenal undang-undang lingkungan untuk dapat melestarikan lingkungan kita supaya terhindar dari kehancuran dan malapetaka.

Pelatihan Semester 2

Kerjakan di buku tugasmu!

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Tumbuhan paku dalam kondisi saat ini tidak sesukses gymnospermae dan angiospermae, hal ini disebabkan oleh
 - a. tidak menghasilkan biji
 - b. tidak memiliki sistem pembuluh
 - c. spora tumbuh pada semua kondisi
 - d. tidak memiliki sperma yang dapat bergerak
 - e. tidak dapat merespon dengan baik tantangan faktor lingkungan
2. Dalam kegiatan identifikasi tumbuhan, seorang siswa menemukan tumbuhan dengan ciri-ciri sebagai berikut: melekat di permukaan tanah dengan rizoid, berukuran kecil, berbentuk pipih, berwarna hijau, tidak memiliki akar, batang dan daun sejati, dan berkembang biak dengan spora.
Dapat ditentukan bahwa tumbuhan tersebut termasuk golongan
 - a. ganggang
 - b. jamur
 - c. tumbuhan paku
 - d. lumut
 - e. lichenes
3. Perbedaan pokok antara tumbuhan dikotil dan monokotil adalah dalam hal sebagai berikut, *kecuali*
 - a. sistem perakarannya
 - b. susunan pembuluhnya
 - c. jenis klorofilnya
 - d. pertulangan daunnya
 - e. jumlah bagian-bagian bunganya
4. Pengamatan terhadap suatu tumbuhan menunjukkan ciri-ciri berakar tunggal, tidak berbunga sejati, berbiji, berdaun, batang bercabang, bakal biji terdapat pada strobilus betina, dan serbuk sari dalam strobilus jantan. Tumbuhan itu dapat digolongkan ke dalam
 - a. alga
 - b. mycota
 - c. tallophyta
 - d. angiospermae
 - e. gymnospermae
5. Tumbuhan paku dalam kondisi saat ini tidak sesukses gymnospermae dan angiospermae, hal ini disebabkan oleh
 - a. tidak menghasilkan biji
 - b. tidak memiliki sistem pembuluh
 - c. spora tumbuh pada semua kondisi
 - d. tidak memiliki sperma yang dapat bergerak
 - e. tidak dapat merespon dengan baik tantangan faktor lingkungan

6. Suatu hewan berbentuk bilateral simetris, tidak mempunyai rangka, bersegmen-segmen, dan hidup di air tawar. Berdasarkan sifat-sifat tersebut hewan itu dapat digolongkan ke dalam filum
- a. coelenterata
 - b. platyhelminthes
 - c. annelida
 - d. mollusca
 - e. arthropoda
7. Ubur-ubur merupakan binatang lunak yang hidup di lautan dan termasuk dalam golongan
- a. mollusca
 - b. echinodermata
 - c. porifera
 - d. coelenterata
 - e. chordata
8. Dua ekor siput yang termasuk dalam kelas yang sama kemungkinan juga
- a. pada ordo yang sama
 - b. spesiesnya sama
 - c. pada genus yang sama
 - d. pada familia yang sama
 - e. pada filum yang sama
9. Di antara serangga-serangga di bawah ini yang dalam pertumbuhannya mengalami metamorfosa sempurna adalah
- a. kecoak (*Periplaneta americana*)
 - b. lalat rumah (*Musca domestica*)
 - c. wereng (*Nilaparvata lugens*)
 - d. kutu kepala (*Pediculus capitis*)
 - e. capung kuning (*Pantala flavescens*)
10. Suatu hewan berbentuk bilateral simetris, tidak mempunyai rangka, bersegmen-segmen dan hidup di air tawar. Berdasarkan sifat-sifat tersebut hewan itu dapat kita golongkan ke dalam filum
- a. coelenterata
 - b. platyhelminthes
 - c. annelida
 - d. mollusca
 - e. arthropoda
11. Intensitas kompetisi antar organisme yang paling tinggi terjadi pada
- a. biosfer
 - b. bioma
 - c. ekosistem
 - d. komunitas
 - e. populasi
12. Menurut nichenya organisme yang berperan dalam mengembalikan unsur hara ke lingkungan abiotik adalah
- a. produsen dan detritivor
 - b. produsen dan konsumen
 - c. konsumen dan dekomposer
 - d. detritivor dan dekomposer
 - e. dekomposer dan produsen

13. Dua organisme yang menempati wilayah yang sama dapat dikatakan sebagai satu spesies apabila
- a. memiliki cara perkembangbiakan yang sama
 - b. memiliki bentuk tubuh dan organ tubuh yang bersesuaian
 - c. dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan yang steril
 - d. memiliki jenis makanan dan cara makan yang tidak jauh beda
 - e. dapat saling kawin dan dapat menghasilkan keturunan yang fertil
14. Pada daerah terdapat kelompok organisme berikut
- | | |
|-------------|----------------------|
| 1). Tikus | 4). Kucing |
| 2). Padi | 5). Bakteri saprofit |
| 3). Harimau | 6). Matahari |
- Urutan perpindahan energi yang tepat adalah
- | | |
|----------------|-----------------|
| a. 2-1-6-4-5-3 | d. 6-2-1-4-3-5 |
| b. 1-3-4-2-5-6 | e. 6-2-3-4-5-1. |
| c. 5-1-4-3-2-6 | |
15. Organisme yang biasanya hidup pada zona limnetik ekosistem air tawar adalah meliputi
- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| a. plankton, nekton, bentos | d. nekton, perifiton, bentos |
| b. neuston, perifiton, bentos | e. nekton, neuston, bentos |
| c. neuston, nekton, plankton | |
16. Pada suatu ekosistem air terdapat keseimbangan antara fitoplankton, ikan herbivora, ikan karnivora, dan burung pemakan ikan. Perburuan liar burung pemakan ikan akan menyebabkan
- a. semua populasi ikan meningkat
 - b. populasi produsen meningkat
 - c. populasi fitoplankton meningkat
 - d. populasi ikan karnivora meningkat
 - e. populasi ikan herbivora meningkat
17. Gas berikut yang memiliki daya afinitas yang tinggi terhadap Hb sehingga dapat menyebabkan keracunan ialah
- | | |
|-------------|---------------------|
| a. sulfur | d. karbon dioksida |
| b. nitrogen | e. karbon monoksida |
| c. oksigen | |
18. Polusi udara dapat menyebabkan terjadinya hujan asam yang mengakibatkan....
- a. meningkatnya kandungan mineral dalam tanah
 - b. memperbaiki sistem pengudaraan tanah
 - c. rusaknya sistem pertanian
 - d. meningkatnya penyerapan nitrogen bagi tanaman
 - e. mematikan hama tanaman

19. Sesudah penyemprotan DDT diperoleh data bahwa beberapa nyamuk menjadi resisten terhadap insektisida tersebut, hal ini disebabkan karena
 - a. adaptasi nyamuk terhadap insektisida sangat tinggi
 - b. dalam tubuh nyamuk DDT akan terurai dan tidak berbahaya
 - c. nyamuk yang di semprot oleh DDT akan mengalami mutasi
 - d. nyamuk yang di semprot oleh DDT akan mengalami resistensi
 - e. nyamuk yang di semprot oleh DDT akan menghasilkan keturunan baru yang resisten
20. Manusia adalah bagian dari lingkungan yang mempunyai kewajiban menjaga kelestarian hidup dan lingkungannya. Tindakan bijaksana yang dilakukan manusia adalah
 - a. memelihara dan mengelola lingkungan secara terencana dan terkendali
 - b. mengusahakan tercapainya keselarasan dan keseimbangan lingkungan
 - c. menjaga tidak terjadi peledakan penduduk
 - d. menjaga tanaman tetap berfotosintesis
 - e. menjaga interaksi antara tumbuhan dan hewan secara serasi

B. Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Sebutkan perbedaan pokok antara tumbuhan dikotil dan monokotil!
2. Buatlah tabel perbedaan tumbuhan berbiji terbuka dan tumbuhan berbiji tertutup!
3. Buatlah tabel ciri-ciri morfologi dari filum animalia beserta contohnya!
4. Buatlah skema zona ekosistem air laut secara lengkap dan sebutkan jenis organisme yang menempati daerah tersebut!
5. Sebutkan proses terjadinya efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global!

Glosarium

A

Abiotik	:	komponen tak hidup
Abiotik	:	makhluk tak hidup (komponen tak hidup)
Amonifikasi	:	proses perubahan nitrogen menjadi ammonia.
Anteridium	:	bagian tubuh tumbuhan ganggang/lumut yang berfungsi sebagai alat reproduksi, yang menghasilkan gamet jantan
Anterior	:	mengacu pada ujung kepala suatu hewan bilateral simetris
Arkegonium	:	bagian tubuh tumbuhan ganggang/lumut yang berfungsi sebagai alat reproduksi yang menghasilkan gamet betina
Atmosfer	:	lapisan udara yang menyelubungi bumi sampai ketinggian 300 km
Autotrof	:	organisme yang dapat membuat senyawa organik dari senyawa an organik

B

BOD	:	jumlah oksigen terlarut dalam air yang diperlukan oleh microorganisme untuk mengoksidasi bahan organik
Biogas	:	gas hasil fermentasi zat organik oleh bakteri anaerob dan dapat dipergunakan sebagai bahan bakar
Bioma	:	ekosistem darat dalam skala luas yang memiliki struktur vegetasi dominan
Biomassa	:	berat kering tubuh organisme
Biosfer	:	interaksi seluruh ekosistem di dunia
Biotik	:	komponen makhluk hidup

C

CFC	:	gas yang dapat menimbulkan kerusakan lapisan ozon bila sampai kelapisan stratosfer
COD	:	kadar oksigen terlarut dalam air yang digunakan mikroorganisme untuk aktivitas kimiawi
DO	:	kadar oksigen terlarut dalam air

D

Daur biogeokimia	:	daur ulang unsur-unsur kimia yang melibatkan organisme dan batuan
Daur Ulang	:	mengolah limbah organik dan anorganik menjadi benda-benda yang bermanfaat
Daya dukung lingkungan	:	kemampuan lingkungan mendukung kehidupan berbagai makhluk hidup
Daya Lenting Lingkungan	:	kemampuan lingkungan untuk pulih kembali ke keadaan seimbang bila mengalami gangguan
Decomposer	:	organisme pengurai sisa organisme
Detritivor	:	organisme pemakan detritus
Detritus	:	partikel organik hasil penguraian organisme mati
Diploblastik	:	jaringan embrionik dua lapis ektoderm dan endoderm

E

Efek rumah kaca	:	peningkatan suhu akibat adanya peningkatan kadar CO ₂ di atmosfer
Ekosistem	:	interaksi komunitas dengan lingkungan abiotik
Endotermis	:	hewan yang menggunakan energi metabolik untuk mempertahankan agar suhu tubuh tetap konstan, seperti burung dan mamalia

Epifit	:	tanaman yang hidupnya menempel
Etika Lingkungan	:	hubungan benar atau salah yang berkaitan dengan lingkungan
Eutrofikasi	:	penimbunan mineral yang memperhebat pertumbuhan suatu tanaman, misalnya Alga

F

Fotoautotrof	:	organisme yang dapat membuat senyawa organik dari senyawa anorganik dengan sumber energi cahaya matahari
Fotosintesis	:	proses penyusunan senyawa organik dari senyawa anorganik dengan sumber cahaya matahari

G

Gametofit	:	fase tumbuhan penghasil gamet (fase reproduksi seksual)
Ganglion	:	kumpulan badan sel saraf dalam sistem saraf pusat

H

Habitat	:	tempat hidup organisme
Herbisida	:	bahan kimia pemberantas tanaman pengganggu
Heterospora	:	spora yang ukurannya berbeda
Heterotrof	:	organisme yang tidak dapat membuat senyawa organik dari senyawa anorganik
Homospora	:	spora yang ukurannya sama
Hujan Asam	:	hujan yang berasal dari uap air yang mengandung asam hidrat dan asam sulfat

I

Indusium	:	pelindung sorus
----------	---	-----------------

J

Jaring-jaring makanan	:	hubungan antara makan dan dimakan yang sangat kompleks, saling berkaitan dan bercabang dalam ekosistem
-----------------------	---	--

K

Kemoautotrof	:	organisme yang dapat menyusun senyawa organik dari senyawa anorganik dengan sumber energi dari reaksi kimia.
Komunitas klimaks	:	komunitas terakhir dan stabil yang mencapai keseimbangan lingkungan dari peristiwa suksesi
Komunitas	:	kumpulan berbagai populasi yang saling berinteraksi
Konsumen primer	:	organisme pemakan produsen
Konsumen sekunder	:	organisme pemakan konsumen primer
Konsumen tersier	:	organisme pemakan konsumen sekunder
Konsumen	:	organisme yang dapat menyusun makanan sendiri

L

Lapisan Ozon	:	lapisan yang menyelimuti bumi pada ketinggian 30 km diatas bumi, yang berfungsi untuk filter sinar ultra violet matahari
--------------	---	--

M

Metagenesis	:	pergiliran keturunan dari fase gametofit ke sporofit atau sebaliknya
Metamorfosis	:	munculnya kembali perkembangan pada suatu larva hewan yang mentransformasikannya menjadi hewan dewasa yang matang secara seksual

N

Niche (relung)	:	status fungsional organisme dalam ekosistem
----------------	---	---

O

Omnivora : organisme pemakan segala

P

Pengomposan : pengolahan limbah organik, secara aerob oleh microorganisme
Pestisida : bahan kimia untuk pemberantasan hama
pH : prosentase Hidrogen, atau ukuran keasaman dan kebasaan
Piramida ekologi : struktur trofik suatu ekosistem dalam bentuk piramida
Polusi/pencemaran : segala sesuatu yang dilepaskan di alam yang mempunyai akibat mengganggu atau merugikan manusia dan makhluk hidup lainnya
Polutan : makhluk hidup, zat, energi atau komponen penyebab polusi/pencemaran
Populasi : organisme sejenis yang hidup pada tempat dan waktu yang sama.
ppm : part per million, jumlah cm^3 polutan per m^3 udara polutan itu
Produktivitas ekosistem : penyimpanan energi dalam suatu ekosistem
Produktivitas primer : kecepatan mengubah energi matahari menjadi energi kimia oleh organisme autotrof
Produktivitas sekunder : kecepatan energi kimia mengubah bahan organik menjadi simpanan energi kimia oleh organisme heterotrof
Produsen : organisme yang dapat menyusun makanan sendiri
Protonema : tubuh tumbuhan lumut, hasil pertumbuhan spora

R

Rantai makanan : peristiwa perpindahan energi yang melalui makan dimakan dengan arah tertentu
Rongga gastrovaskuler : ruang pencernaan pusat, umumnya dengan sebuah lubang atau pembukaan yang berfungsi sebagai mulut sekaligus anus

S

Sadar Lingkungan : memahami dan menerapkan prinsip-prinsip etika lingkungan
Selom : suatu rongga tubuh yang keseluruhannya dilapisi mesoderm
Simetri bilateral : penandaan bentuk tubuh dengan suatu sumbu memanjang di tengah membagi tubuh menjadi dua bagian sama tetapi saling berbalikan/berlawanan
Simetri radial : mencirikan suatu tubuh yang berbentuk lingkaran atau silinder, dengan banyak bagian radial yang sama, menonjol ke luar seperti jari-jari roda, ditemukan pada Cnidaria dan Echinodermata
Sistem sirkulasi terbuka : pengaturan dalam transpor internal di mana darah mengalir organ secara langsung
Sistem sirkulasi tertutup : suatu jenis transport internal di mana darah tetap berada dalam pembuluh
Sorus : merupakan kumpulan sporangium
Sporangium : kotak spora
Sporofil : daun penghasil spora
Sporofit : fase tumbuhan penghasil spora
Stratostofer : lapisan atmosfer yang terdapat lapisan ozon
Strobilus : organ reproduksi berbentuk kerucut, pada tumbuhan berbiji terbuka
Suksesi : perubahan secara gradual struktur komunitas dalam kurun waktu tertentu

T

Tetrapoda : vertebrata yang memiliki dua pasang tungkai
Tingkat trofik : kumpulan berbagai organisme dengan sumber makanan tertentu
Transpirasi : penguapan air pada tumbuhan
Tropis : penguapan air pada tumbuhan
Triploblastik : jaringan embrionik tiga lapis, ektoderm, mesoderm, endoderm

W

Wilayah limnetik : wilayah ekosistem air tawar yang terbuka dan dapat ditembus cahaya matahari
Wilayah litoral : wilayah tepi danau
Wilayah profundal : wilayah ekosistem air tawar yang dalam dengan berbagai dekomposer pada dasarnya

Daftar Pustaka

- Abercrombie, M. 1997. *Kamus Lengkap Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Arikunto, Suharsimi. 1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Campbell, N.A. 2000. *Biology, Third Edition*. San Fransisco: Benyamin Cuming Publising Company.
- Campbell, N.A. 2002. *Biologi Jilid 1*. Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, N.A. 2003. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Cave, Stephanie, dkk. 2003. *Yang Orangtua Harus Tahu tentang Vaksinasi pada Anak*. Jakarta : Gramedia.
- Chambell. 2004. *Biologi Jilid 3*. Jakarta: Erlangga
- Depdiknas. 2003. *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Dubos, Rene. 1985. *Kesehatan dan Penyakit*. Jakarta: Pustaka Ilmu Life.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Ekologi Manusia dengan Lingkungannya*. Jakarta: Erlangga.
- Encarta. 2005. *Encarta Reference Library 2003*. Microsoft corporation.
- Eusie. J. Yanney. 1980. *Element of Tropical Ecology*. London. Heinemann Education Books.
- Fakultas MIPA UNY. 2003. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA dan Pendidikan MIPA*. Yogyakarta.
- Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid ke-5. 1994. Jakarta: Widyadara.
- Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid ke-6. 1994. Jakarta: Widyadara.
- Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid ke-7. 1994. Jakarta: Widyadara.
- Ilmu Pengetahuan Populer, Jilid ke-8. 1994. Jakarta: Widyadara.
- Irwan, Zoeraini Djamal. 2003. *Prinsip-Prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem Komunitas dan Lingkungannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- John W. Kimball dan H. Siti Soetami Tjitrosoono dan Nawangsari Sugiri. 1999. *Biologi Jilid 3*. Edisi ke lima. Erlangga.
- Kimball, John W. 1999. *Biologi jilid 1-3*. Terjemahan Siti Soetarmi dan Nawangsari Sugiri. Jakarta: Erlangga.
- Kimball, John W. 1998. *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kumar, H.D. 1979. *Modern Concept of Ecology*. New Delhi. Vikas Publishing House Ltd.

- Marx, Jean. L. 1991. *Revolusi Bioteknologi*. Jakarta: Yayasan Obor.
- Nasoetion, Andi Hakim. 1992. *Panduan Berpikir dan Meneliti Secara Ilmiah Bagi Remaja*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Nur, Mohamad. 2000. *Buku Panduan Ketrampilan Proses dan Hakikat Sains*. Surabaya: University Press.
- P. Odum Eugene. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Prawirohartono, Slamet. 2003. *Sains Biologi 1A*. Jakarta: Bumi Aksara.
- R. Anderson, Clifford. 1975. *Petunjuk Modern Kepada Kesehatan*. Bandung: Indonesia Publishing House.
- Rost, Thomas L. 1979. *Botany Introduction to Plant Biology*. New York: John Wiley and Son.
- Rudland, Jonathan. 1994. *Tubuh Manusia*. Jakarta: Widyadara.
- Schlegel, H.G. and K. Schmitdt. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: UGM Press.
- Soemarwoto, Otto. 1999. *Ekologi, Lingkungan Hidup, dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.
- Starr, Cecie. 1991. *Biology Concepts and Applications*. Belmont: Wadworth Publishing Company.
- Stone, David. 1997. *Biodiversity of Indonesia*. Singapore: Tien Wah Press.
- Sudjana, Nana. 2001. *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Sukirno, Sulastri. *Anak Petani Itu Memenangi LPIR*. Artikel dalam: <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0308/15/utama/494584.htm> (Dikunjungi 2/02/2004).
- Suryabrata, Sumadi. 2002. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Syamsuri, Istamar. 2004. *Biologi Untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Timotius, K. H. 1982. *Mikrobiologi Dasar*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Tjitrosomo, Siti Sutarmi. 1984. *Botani Umum 3*. Bandung: Angkasa.
- Tjitrosomo, Siti Sutarmi. 1984. *Botani Umum 4*. Bandung: Angkasa.
- Villee, Claude A; Warren F. Walker, Jr; Robert D. Barnes. 1999. *Zoologi Umum*, (Alih bahasa: Nawangsari Sugiri): Jakarta: Erlangga.

Indeks

A

Abiotik 9, 206, 207, 208, 216, 221, 236, 237, 238, 247
Aedes aegypti 68
Amoeba 108, 110, 111
Anatomi 5, 32, 33, 43, 44, 197
Angiospermae 43, 44, 166, 168
Animalia 179, 180, 181, 182
Anisogami 118, 122
Anopheles 114
Antheridium 124, 159, 161
Anthoceros 156, 162
Archegonium 159, 160, 161
Aristoteles 33
Arthropoda 96, 133, 181, 182, 193,
Aseksual 83, 108, 110, 111, 112, 114, 134, 136, 137, 138
Askus 139, 140, 141
Aautotrop 42, 82, 89

B

Bakteri denitrifikasi 218
Batial 26
Biodiversitas 14, 15, 16, 29, 48
Bioetika 8
Biogenesis 5, 11
Biogeografi 14, 21
Biologi 3, 4, 5, 6, 7, 8
Bioma 225, 226, 227
Biomassa 211, 212, 215
Bbiosfer 205, 209, 238, 247
Biotik 19, 28
Botani 5, 9, 33, 37, 117, 137
Bryophyta 40, 41, 42, 53, 158, 172

C

Cendrawasi 21
CFC 242, 243
Charles Darwin 34
Chlorophyta 38, 118, 119, 124, 171
Chrysophyta 119, 122, 124
Ciliata 109, 112
Cnidaria 183, 184, 185

D

Daur Biogeokimia 216, 235
Determinasi 44, 45, 46, 47
Dikotiledon 44

E

E. coli 61
Ekosistem air tawar 221, 222
Ekosistem akuatik 232
Eksitu 14
Embriologi 5
Endemik 20, 24
Energetika 19
Eritrosit 17, 114
Eukariota 76, 77, 83, 88, 89, 95, 101
Eukariotik 77, 78, 79, 89, 97
Eutrofikasi 242, 243

F

Fenotipe 12, 17, 18
Fermentasi 100, 140
Fertilisasi 43, 83, 84, 187, 199
Fisiologi 5, 6, 18, 32, 179
Fitoplankton 209
Flagellata 108, 110

Floem 42, 163, 167, 169
Fotosintesis 28, 39, 40, 42, 97, 98,
117, 119, 133
Fungi Imperfecti 138, 140

G

Gamet 4, 108, 114, 115, 116, 117, 118,
135, 161, 164, 197
Gametofit 121
Gen 15, 16, 17, 27, 61, 84, 85
Generatio Spontanea 5
Genetika 5, 8, 14, 29, 58, 70, 84, 86
Globigerina 115
Gymnospermae 43, 166, 168

H

Habitat 25, 26, 33, 77, 90, 111, 137, 162,
181, 185, 190, 206, 209
Hama 16, 29, 188, 195, 241, 245
Hantavirus 62
Hepatitis B 67, 68
hermafrodit 182, 189
Heterotrop 82, 89
Hifa 89, 117, 133, 134, 135, 136,
137, 138, 143
Hirarki struktural biosains 5
Homeostatis 19

I

Iklim 20, 21, 23, 24, 25, 28
Imunitas 62, 66, 73
Influenza 57, 60, 68, 72
Insitu 14
Intisel 4, 17, 39, 79, 108, 133, 146
Isogami 118, 119, 121, 122

O

Oksigen 17, 18, 23, 27, 82, 90, 91, 207,
216, 219, 242
Omnivora 208, 211
Oosit 115
Orang utan 21
Organ 4, 10
Oskulum 183
Osmosis 25, 26, 81, 223

Ozon 243

P

Paramaecium 109, 112
Pelestarian 30
Pencemaran 29, 235, 239, 240, 241,
242, 243, 244, 248, 249, 252
Pengomposan 245
Pestisida 15, 239, 240, 241
Phaeophyta 118, 121
Piramida ekologi 209, 211, 212, 213
Plantae 37, 39, 40, 41, 88, 89, 157
Plasmodium 109, 113, 114, 115, 116, 117
Polusi 243, 251
Polutan 239, 240, 242, 250, 255
Populasi 28, 29, 30, 35
Porifera 40, 182, 185, 224
Produktivitas 212, 213
produktivitas ekosistem 214, 217
Produsen 208,
209, 210, 211, 212, 214, 215, 236
Profundal 25
Prokariotik 77, 83, 89, 96, 98
protalium 173
Protista 89, 107, 108, 110, 116, 117
Pteridophyta 40, 41, 42, 165
Pupuk 15, 242

R

Radioaktif 240, 243, 255
Radiolaria 115
Radiolaria 115
Rhizopoda 108, 110
rizoid 42, 136, 158, 160, 161

S

Saccharomyces cerevisiae 137, 138,
139, 140
Salinitas 24, 25
Sampah 76, 95, 108, 124, 235, 239, 241,
245, 246
Saprofit 40, 117, 134, 137, 138, 162
SARS 68
Seksual 63, 66, 67, 83, 94, 134, 135,
137, 138

Sel 4
Selulosa 39, 117, 133, 144, 157, 172
Siklus lisis 56
Siklus lisogenik 56, 60, 61, 70
Silia 109, 112
Spaghnum 172, 228
Sperma 182, 188, 189
Spermatophyta 40, 41, 43
Sporofit 42, 159, 161, 162, 164, 166
Sporozoa 109, 113
Sporozoid 114, 115
Strobilus 51, 165, 167, 168
Suksesi 219, 220
Sumber daya hayati 7, 179

T

Takson 58
Taksonomi 31, 34, 44
Termoklin 25, 224
Tobacco 64, 65
Transpirasi 216
Tropik 209, 210, 211, 212
Tropis 15, 19, 20, 23, 25, 26, 29, 167,
215, 226, 227
Tunas 138, 139, 183

U

Uniseluler 89, 97, 103, 117, 119, 124, 133

V

Vaksin 63, 64, 68, 69, 73
Varietas 16, 38, 62, 65
Vegetasi 23
Vegetatif 42, 108, 116, 117, 118, 119,
161, 183, 189
Vertebrata 182, 198
Virus 7, 57, 58, 59
Virus HIV 55, 66, 67
Virus tungro 65
Volvariella volvaceae 132

X

xilem 42, 163, 167, 169

Z

Zigospora 120, 121, 135
Zigot 84, 115, 116, 166, 187, 121, 182
Zoogeografi 22
Zoologi 5, 9, 31
Zooplankton 115, 117
Zoospora 117, 119, 121, 123, 135

CURAHAN HATI SANG BUMI

“LINDUNGI HUTANKU”

Wahai manusia yang menghuni tubuh rentaku ini! Hutan adalah bagian tubuhku yang paling penting untuk menjaga keseimbangan. Di dalamnya ada pepohonan yang menyediakan makanan dan tempat tinggal bagi hewan-hewan, lalu akar-akar yang kekar dari pohon-pohonku akan menjaga tanah dari bahaya erosi dan kekeringan. Akan tetapi, betapa teganya kalian meluluhlantakkan semuanya demi uang dan nafsu sesaat. Aku mengerti, Tuhan menciptakanku untuk kalian huni dan memanfaatkan apa saja yang ada di tubuhku ini. Namun, tubuhku ini bukan hanya untuk kalian saja wahai manusia! Banyak sekali hewan dan tumbuhan yang bergantung pada tubuhku dan peran mereka sangat penting untuk menjaga keseimbangan tubuhku ini. Oleh karena itu, janganlah kalian heran jika banyak sekali bencana alam, seperti hujan asam, tanah longsor, banjir, kekeringan, serta wabah penyakit yang melanda negeri yang kalian banggakan. Bukankah Tuhan menciptakan kalian untuk menjadi pemimpin di muka bumi ini? Pemimpin yang akan membawa bumi ini menjadi tempat yang lebih baik? Ataukah kalian memang diciptakan untuk merusak? Aku sungguh tak mengerti, tapi aku tidak marah pada kalian yang merusak tubuhku selama aku masih bisa melihat kalian tersenyum dan berusaha menjadi lebih baik. Mungkin semua ini memang takdir Tuhan untukku.

ISBN : 978-979-068-129-3 (no.jil.lengkap)
978-979-068-130-9

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008 tentang Penetapan Buku Teks yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam proses pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp 18.597,-